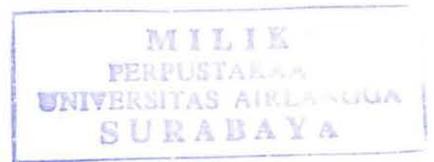


1. GLUCOSE
2. EXERCISE
3. WORK CAPACITY EVALUATION

TESIS

**PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN GLUKOSA DENGAN
DAN TANPA NATRIUM KLORIDA SEBELUM LATIHAN
TERHADAP KAPASITAS KERJA MAKSIMAL**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS



MUHAMMAD RAMLI

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2000**

**PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN GLUKOSA DENGAN
DAN TANPA NATRIUM KLORIDA SEBELUM LATIHAN
TERHADAP KAPASITAS KERJA MAKSIMAL**

PENELITIAN EKSPERIMENTAL LABORATORIS

TESIS

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

Oleh :
MUHAMMAD RAMLI
NIM 099813086/M

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
Tanggal 17 Nopember 2000

Halaman persetujuan

TESIS INI TELAH DIUJI
TANGGAL 17 NOPEMBER 2000

oleh

Pembimbing Ketua



Prof. Martin Setiabudi, dr, PhD, AIF
NIP. 130 246 650

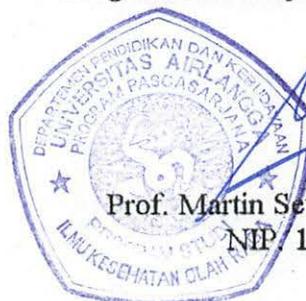
Pembimbing



dr. MUHAMMAD CHOLIL, AIF
NIP. 130 368 674

Mengetahui

Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga
Program Pascasarjana Universitas Airlangga



Prof. Martin Setiabudi, dr, PhD, AIF
NIP. 130 246 650

Telah diuji pada
Tanggal 17 Nopember 2000
PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Dr. H. R. Soekarman, dr, AIF
Anggota : 1. Prof. Martin Sertiabudi, dr, PhD, AIF
2. Dr. Paulus Liben, dr, MS
3. dr. Choesnan Efendi, AIF
4. dr. Muhammad Cholil, AIF

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan karunia serta pertunjukNya sehingga penelitian dan penyusunan tesis ini dapat diselesaikan.

Terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada Prof. dr. Martin Setiabudi, PhD., sebagai Pembimbing Ketua yang dengan penuh perhatian dan kesabaran memberikan bimbingan, dorongan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya ucapkan kepada dr. Muhammad Cholil, AIF., selaku pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan petunjuk, bimbingan dan arahan dalam proses penelitian dan penulisan tesis ini, terutama hal-hal yang berkaitan dengan teknis penulisan dan pengolahan data.

Saya ucapkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia c.q. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti pendidikan program S-2 di Universitas Airlangga Surabaya.

Akhirnya, dengan selesainya penulisan tesis ini, perkenankanlah dengan segala ketulusan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

Prof. dr. H. Soedarto, DTM&H PhD selaku Rektor Universitas Airlangga; Prof. Dr. dr. H. Muhammad Amin sebagai Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga; serta Prof dr. Martin Setiabudi, PhD selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu pada Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga Program Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya.

Drs. Indra B. Wumbu, Kakanwil Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah yang memberi kebebasan bagi penulis dari tugas-tugas rutin dan administratif; Sutomo Burase, SE., Kepala Bidang Dikmenum Kanwil Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah yang banyak membantu dalam proses perizinan; serta Drs. Lahmudin (Kepala SMUN 1 Palu) sekolah dimana penulis beberapa tahun mengajar sebelum melanjutkan pendidikan pada program S-2.

Prof. Dr. dr. H. R. Soekarman, guru besar Program studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang banyak memberikan bimbingan akademis kepada penulis, beserta seluruh staf pengajar Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang tidak memungkinkan disebut namanya satu persatu yang telah memberikan segenap ilmunya kepada penulis selama masa studi.

Prof. Drs. T. Cholik Mutohir (Rektor Universitas Negeri Surabaya); Drs. H. Hari Setiono, MPd (Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan); dan Drs. Agus Hariyanto, M.Kes dan Drs. Oce. Wirawan M.Kes, (Kepala dan Asisten Laboratorium Pendidikan Jasmani dan Olahraga FIK UNESA) serta, Kepala Laboratorium KONI Sulawesi Tengah dan Dr. Abdullah, DHSM selaku pembimbing lapangan, yang telah memberi izin kepada penulis dan membantu kelancaran selama penggunaan fasilitas Laboratorium Dikjasor UNESA dan Laboratorium KONI Sulawesi Tengah.

Kepala Balai Laboratorium Kesehatan Surabaya dan Kepala Laboratorium RSU Anuta Pura Palu, beserta segenap staf yang membantu penulis dalam pemeriksaan kesehatan subyek penelitian.

Mayor Pol.Drs. Yudo Pramono (Direktur Sekolah Sepakbola Putra Surabaya), Drs. Setyo Kusmedi (Direktur Teknik SSB Putra Surabaya), serta Drs. Heru Sujatmiko, Drs. Andreas J. Lumba, sdr. Kholik, sdr. Wadjuli, dan sdr. Suyono (staf pengajar SSB Putra Surabaya), Drs. Da'wati Syamson (Kepala Bidang Keolahragaan Kanwil Depdikbud Prop. Sulawesi Tengah), bpk. Usman Arya (pembina utama Sekolah Sepakbola Palu Putera) dan bpk. Anwar Hadi yang selama proses pelatihan telah banyak membantu peneliti.

Drs. Nadewi Syam M.Kes, Drs. Hendri Neldi, Drs. Zalfendi, Drs. Zarwan, Drs. Mustari, Drs. Hasri dan Drs. Alimuddin, serta seluruh teman sejawat yang tidak sempat disebutkan namanya satu demi satu yang turut memberikan andil dalam kelancaran persiapan penelitian, pengumpulan data dan pelaksanaan eksperimen sesuai perannya masing-masing.

Seluruh staf dan karyawan Laboratorium Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, serta Staf Perpustakaan Program Studi Ilmu Kesehatan Olahraga yang banyak memberikan dukungan pelayanan dan fasilitas kepada para mahasiswa pada umumnya, teristimewa kepada penulis selama proses studi.

Istriku tercinta Barlian S. Rumpun, dan anakku tersayang Ainanda Scentari Dewiyani, atas segala pengorbanan dan dorongan yang mereka berikan selama penulis mengikuti pendidikan, kesemuanya ini tidak ternilai harganya, untuk itu kepada mereka penulis persembahkan tesis ini.

Teriring doa kepada kedua orangtuaku (Almarhum Muh. Arifin Kol dan Almarhumah Siti Murakibe) atas segala jerih payahnya membesarkan dan mendidik penulis.

Akhirnya semoga amal baik mereka tersebut di atas mendapat imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

Surabaya, 28 Oktober 2000

Penulis,

RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian minuman glukosa dengan dan tanpa natrium klorida sebelum latihan serta perbedaan pengaruh diantara kedua minuman tersebut terhadap kapasitas kerja maksimal.

Rancangan penelitian ini adalah *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*. Penelitian ini menggunakan 95 orang siswa Klub Sepakbola Pelajar Kotamadya Palu yang berumur 15-17 tahun sebagai subyek penelitian yang diambil secara acak sederhana. Subyek dibagi dalam 2 kelompok perlakuan yaitu kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (10 dan 0,9% dari 300 ml larutan) dan kelompok yang diberi suplemen glukosa tanpa NaCl (10% dari 300 ml larutan) serta 1 kelompok kontrol yang diberi minuman air mineral (300 ml) tiap 15 menit sebelum memulai latihan. Pelatihan dilaksanakan selama 6 minggu. Sebelum pelatihan dimulai subyek diukur kapasitas kerja maksimalnya sebagai data awal (*pretest*). Pada akhir periode latihan dilakukan kembali pengukuran kapasitas kerja maksimal sebagai data akhir (*posttest*). Untuk mengukur kapasitas kerja maksimal, digunakan *Conconi's Test for Cyclists*.

Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas dan homogenitas, analisis varians dan dilanjutkan dengan uji *Least significant difference* (LSD) pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa baik suplemen glukosa-NaCl maupun suplemen glukosa keduanya meningkatkan kapasitas kerja maksimal dari 177,58 watt ke 208,55 watt (+30,97 watt) dan dari 179,06 watt ke 201,56 watt (+22,50 watt) dengan sangat bermakna ($P=0,000$). Kesimpulan penelitian ini adalah glukosa dengan dan tanpa natrium klorida meningkatkan kapasitas kerja maksimal, dimana pengaruh suplemen glukosa-NaCl dibandingkan dengan suplemen glukosa menunjukkan perbedaan yang bermakna ($P=0,015$).

ABSTRACT

This study was aimed to observe the effect of glucose with and without sodium-chloride 15 minutes before exercises upon the maximal work capacity.

The study used Randomized Pretest-Posttest Control Group Design. Sampel of this study were participans of The student football club in Palu with simple random sampling. The amount of samples were 95 healthy male student around 15-17 years old. They were divided into 3 groups (A=31, B=32, C=32). First group was treated ingest glucose-NaCl drinks (10 and 0,9% per 300 ml solution), while second group treated ingest glucose drinks (10%), and the last one was as control group 15 minutes before exercise.

The treatment of this study was held during 6 weeks. Before the training start, the subject should be measured the maximal work capacity as pretest data. In last training, the maximal work capacity measured again as posttest. To measure the maximal work capacity, used Conconi's Test for Cyclists.

Futhermore, the data were analyzed using descriptive statistic test and anova test and Least Significant Difference Test with significance level about 0,05. The results of this study showed that glucose-NaCl ingest before exercise as well as glucose ingest, could increased maximal work capacity from 177,58 watt to 208,55 (+30,97 watt) and from 179,06 watt to 201,56 watt (+22,50 watt) significantly ($P=0,000$). Its concluded that glucose with and without natrium chlorida increased maximal work capacity, where maximal work capacity the effect of glucose-NaCl ingest increased more than glucose itself are significant difference ($P=0,015$).

Key words:

Glucose-electrolytes ingest; maximal work capacity; chronic exercises.

DAFTAR ISI

| | halaman |
|--|---------|
| Sampul Depan | i |
| Sampul Dalam | ii |
| Prasyarat Gelar | iii |
| Persetujuan | iv |
| Penetapan Panitia | v |
| Ucapan terima kasih | vi |
| Ringkasan | vii |
| Abstract | viii |
| Daftar Isi..... | ix |
| Daftar Tabel | xii |
| Daftar Gambar | xiii |
| Daftar Lampiran | xiv |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.3.1 Tujuan umum | 5 |
| 1.3.2 Tujuan khusus | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 6 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Sistem Energi | 7 |
| 2.1.1 Sistem penyediaan energi dalam tubuh | 9 |
| 2.1.2 Penggunaan sistem energi pada keadaan istirahat dan berbagai aktivitas fisik | 15 |
| 2.1.3 Sistem energi dominan pada berbagai cabang olahraga | 17 |
| 2.2 Latihan | 18 |
| 2.2.1 Pengertian latihan | 18 |
| 2.2.2 Dosis latihan | 19 |
| 2.2.3 Prinsip latihan | 21 |
| 2.2.4 Pengaruh latihan dan adaptasi terhadap latihan | 27 |
| 2.3 Karbohidrat | 32 |
| 2.3.1 Susunan karbohidrat | 32 |
| 2.3.2 Fungsi karbohidrat | 33 |
| 2.3.3 Metabolisme karbohidrat | 33 |
| 2.3.4 Karbohidrat dan latihan | 35 |
| 2.4 Natrium Klorida | 36 |
| 2.4.1 Susunan natrium klorida | 36 |
| 2.4.2 Fungsi natrium klorida | 37 |
| 2.4.3 Penyerapan natrium dan klorida | 38 |
| 2.4.4 Latihan dan suplemen natrium klorida | 38 |
| 2.5 Cairan Tubuh | 40 |
| 2.5.1 Tekanan osmotik | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.2 Dehidrasi | 42 |
| 2.6 Minuman dan penggantian cairan tubuh | 45 |
| 2.6.1 Minuman energi | 46 |
| 2.6.2 Minuman elektrolit | 46 |
| 2.6.3 Kekentalan larutan dan proses pencernaan | 47 |
| 2.6.4 Prosedur pemberian minuman | 49 |
| 2.7 Kapasitas Kerja Maksimal | 50 |
| 2.7.1 Pengertian kapasitas kerja maksimal | 51 |
| 2.7.2 Kapasitas kerja maksimal sebagai parameter fisiologis | 52 |
| 2.7.3 Faktor-faktor yang menentukan kapasitas kerja maksimal | 54 |
| 2.7.4 Tes dan pengukuran kapasitas kerja maksimal | 58 |
| 2.8 Pengaruh Pemberian Minuman terhadap Kapasitas Kerja Maksimal | 59 |
| | |
| BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN | 63 |
| 3.1 Kerangka Konsep | 63 |
| 3.2 Hipotesis | 64 |
| | |
| BAB 4 METODE PENELITIAN | 65 |
| 4.1 Kancangan Penelitian | 65 |
| 4.2 Populasi, Teknik Sampling, Besar Sampel dan Pembagian Kelompok | 66 |
| 4.2.1 Populasi | 66 |
| 4.2.2 Teknik sampling | 67 |
| 4.2.3 Besar sampel | 67 |
| 4.2.4 Pembagian kelompok | 68 |
| 4.3 Variabel Penelitian | 71 |
| 4.3.1 Klasifikasi variabel | 71 |
| 4.3.2 Definisi operasional variabel | 72 |
| 4.4 Bahan Penelitian | 74 |
| 4.5 Instrumen Penelitian | 75 |
| 4.6 Lokasi dan Waktu Penelitian | 76 |
| 4.6.1 Lokasi penelitian | 76 |
| 4.6.2 Waktu penelitian | 76 |
| 4.7 Prosedur Penelitian | 76 |
| 4.7.1 Persiapan penelitian | 76 |
| 4.7.2 Pelaksanaan penelitian pendahuluan | 77 |
| 4.7.3 Pelaksanaan penelitian | 78 |
| 4.7.4 Pelaksanaan pengukuran | 81 |
| 4.8 Teknik Pengolahan Data | 83 |
| | |
| BAB 5 ANALISIS HASIL PENELITIAN | 84 |
| 5.1 Data Penelitian | 84 |
| 5.1.1 Ciri-ciri fisik dan kapasitas kerja maksimal subyek penelitian | 84 |
| 5.1.2 Uji normalitas distribusi | 88 |
| 5.1.3 Uji homogenitas data awal | 89 |
| 5.2 Analisis dan Hasil Penelitian | 90 |

| | |
|---|-----|
| 5.2.1 Uji t sepasang variabel kapasitas kerja maksimal | 90 |
| 5.2.2 Uji beda antar kelompok variabel kapasitas kerja maksimal | 91 |
| BAB 6 PEMBAHASAN | 93 |
| BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 102 |
| 7.1 Kesimpulan | 102 |
| 7.2 Saran | 102 |
| DAFTAR KEPUSTAKAAN | 103 |
| LAMPIRAN | 108 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 : Sistem energi dominan cabang olahraga | 17 |
| Tabel 2.2 : Pengaruh latihan aerobik dan anaerobik | 29 |
| Tabel 2.3 : Konsentrasi dan osmolalitas elektrolit dalam keringat, plasma, dan otot setelah berlatih dua jam dalam cuaca panas | 39 |
| Tabel 4.1 : Pembagian kelompok secara Ordinally match pairing | 69 |
| Tabel 5.1 : Ciri-ciri fisik subyek penelitian per kelompok | 84 |
| Tabel 5.2 : Rerata (<i>mean</i>) dan simpangan baku (SD) kapasitas kerja maksimal | 85 |
| Tabel 5.3 : Beda perubahan kapasitas kerja maksimal | 87 |
| Tabel 5.4 : Hasil uji normalitas distribusi kapasitas kerja maksimal | 88 |
| Tabel 5.5 : Hasil uji homogenitas data awal variabel kapasitas kerja maksimal | 89 |
| Tabel 5.6 : Hasil uji anava satu jalur variabel kapasitas kerja maksimal | 89 |
| Tabel 5.7 : Hasil uji beda anakova | 90 |
| Tabel 5.8 : Hasil uji “t” sepasang variabel kapasitas kerja maksimal | 91 |
| Tabel 5.9 : Hasil uji beda antar kelompok <i>pairwise comparison</i> variabel kapasitas kerja maksimal | 92 |

DAFTAR GAMBAR

| | halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 : Sumber energi pembentukan kembali ATP dalam otot | 7 |
| Gambar 2.2 : A. Siklus kompensasi-lebih, B. Perbedaan pengaruh tingkatan beban latihan pada kompensasi-lebih | 23 |
| Gambar 2.3 : Peningkatan beban latihan bergelombang, tetapi perbaikan kinerja bergerak linier | 25 |
| Gambar 2.4 : Ringkasan pengaruh-pengaruh latihan | 27 |
| Gambar 2.5 : Skema umum adaptasi fisiologis terhadap latihan | 30 |
| Gambar 2.6 : Penurunan kemampuan akibat dehidrasi | 43 |
| Gambar 2.7 : Pengaruh pemberian cairan pada denyut nadi | 44 |
| Gambar 2.8 : Batas pasokan energi secara aerobik dan secara anaerobik | 56 |
| Gambar 2.9 : Titik Defleksi Conconi | 57 |
| Gambar 5.1 : Diagram batang kapasitas kerja maksimal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> pada tiga kelompok penelitian | 86 |
| Gambar 5.2 : Diagram garis perubahan kapasitas kerja maksimal pada tiga kelompok penelitian | 86 |
| Gambar 5.3 : Diagram batang beda kapasitas kerja maksimal pada tiga kelompok penelitian | 87 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | halaman |
|---|---------|
| Lampiran 1 : Jadwal Kegiatan | 108 |
| Lampiran 2 : Surat Pernyataan | 109 |
| Lampiran 3 : Formulir Tes | 110 |
| Lampiran 4 : Program Latihan | 111 |
| Lampiran 5 : Menghitung Besar Sampel Hasil Penelitian Pendahuluan | 115 |
| Lampiran 6 : Surat Keterangan | 116 |
| Lampiran 7 : Data Umur, Tinggi Badan dan Berat Bada Subyek Penelitian..... | 117 |
| Lampiran 8 : Data Hasil Tes Kapasitas Kerja Maksimal | 121 |
| Lampiran 9 : Statistik Deskriptif | 125 |
| Lampiran 10 : Uji Normalitas Distribusi | 125 |
| Lampiran 11 : Uji Homogenitas Data Awal | 126 |
| Lampiran 12 : Uji “t” Sepasang Variabel Kapasitas Kerja Maksimal | 127 |
| Lampiran 13 : Uji Beda antar Kelompok Variabel Kapasitas Kerja Maksimal | 133 |
| Lampiran 14 : Menghitung Besar Sampel Hasil Penelitian Sesungguhnya | 135 |



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam dunia kepelatihan olahraga berbagai upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kapasitas fisik atlet agar dapat mencapai kinerja yang tinggi dalam pertandingan. Cara yang lazim dilakukan adalah persiapan fisik yang baik melalui suatu program latihan yang sistematis dan terencana. Namun demikian, ada juga kecenderungan untuk meningkatkan kemampuan atlet melalui suatu program *ergogenics*. Ergogenik pada dasarnya adalah apa saja yang dipikirkan atau dilakukan untuk dapat memperbaiki dan meningkatkan kinerja fisik seseorang, diantaranya adalah *nutritional ergogenics*, yaitu manipulasi dan suplemen makanan sebelum, selama, ataupun setelah berlangsungnya pertandingan/perlombaan. Pemberian *nutritional ergogenics* adalah efektif, aman dan legal (Brouns, 1993). Manipulasi dan suplemen bahan makanan itu berupa simpanan karbohidrat untuk olahraga yang memerlukan daya tahan, air dan elektrolit, vitamin dan mineral (Fox, 1993).

Makanan berfungsi sebagai bahan pertumbuhan jaringan, pengaturan dalam tubuh dan sumber energi bagi aktivitas fisik. Untuk aktivitas fisik ataupun olahraga yang berlangsung singkat dengan intensitas tinggi energi diperoleh dari karbohidrat sebagai sumber energi siap pakai, sedangkan untuk aktivitas yang berlangsung lama dengan intensitas rendah selain dari karbohidrat maka lemak juga digunakan sebagai sumber energi utama.

Karbohidrat dalam tubuh disimpan sebagai glikogen di otot dan hati dan glukosa dalam darah (Fox, 1993). Karbohidrat dapat berupa gula sederhana (glukosa

dan fruktosa), disakarida dan gula kompleks. Karbohidrat dalam bentuk glukosa dapat secara langsung diserap untuk menghasilkan energi, sedangkan dalam bentuk gula kompleks membutuhkan waktu yang lama, karena melalui proses pemecahan menjadi gula sederhana. Hal ini yang mendorong para pengusaha bahan makanan olahraga tambahan untuk menciptakan produk makanan cair yang praktis dan dapat dikonsumsi oleh olahragawan tanpa mengalami banyak kerugian waktu.

Olahraga yang berlangsung lama dan intensif seperti lari jarak jauh dan sepakbola menyebabkan proses metabolisme tubuh meningkat. Tubuh mengeluarkan banyak keringat sebagai salah satu bentuk pelepasan panas. Meningkatnya metabolisme tubuh pada satu sisi membutuhkan energi terutama glikogen yang tersimpan di otot dan glukosa darah, pada sisi lain banyaknya keringat yang keluar menyebabkan kandungan elektrolit banyak yang hilang. Keringat mengandung elektrolit, antara lain natrium, klorida, kalium dan magnesium.

Natrium dan klorida dalam tubuh berfungsi dalam setiap proses penghantaran impuls dan keseimbangan osmotik cairan tubuh. Suplemen minuman berelektrolit selama latihan dapat membantu mempertahankan volume plasma, mencegah dehidrasi dan mengurangi *hyperthermia* (Murray, 1987). Berkurangnya natrium dan klorida dapat menyebabkan gangguan pada fungsi tubuh, seperti kejang otot, yang menyebabkan seseorang tidak dapat melaksanakan aktivitas secara efektif sehingga perlu ditambah. Suplemen elektrolit (natrium klorida) dapat membantu proses transport karbohidrat dalam usus, penyerapan cairan dan menambah rasa lezat minuman (Gissolfi dan Duchmann, 1992).

Selama latihan intensif yang lama, glukosa darah dan glikogen otot merupakan dua sumber utama karbohidrat yang digunakan oleh otot yang aktif. Menurunnya glukosa darah dan menipisnya simpanan glikogen otot dan hati dapat membatasi penampilan (Bengstrom dalam Peters, 1994).

Pemberian minuman glukosa sebelum dan selama aktivitas yang berlangsung lama telah dikaji oleh beberapa peneliti. Wilmore dan Costill (1994) menyimpulkan beberapa penelitian bahwa pemberian larutan glukosa sebelum melakukan aktivitas meningkatkan kadar glukosa darah selama berlari. Peters (1994) melaporkan bahwa karbohidrat cair dan semi-solid memperbaiki kemampuan dayatahan selama latihan yang berlangsung lama. Anantaraman (1995) membandingkan pengaruh suplemen glukosa sebelum dan selama berlangsungnya aktivitas yang lama dengan intensitas tinggi yang menunjukkan keduanya sama efektifnya dalam mempertahankan *power output*.

Penelitian mengenai suplemen glukosa dengan elektrolit juga telah dilakukan. Maughan, et al (1996) membandingkan konsentrasi glukosa-elektrolit antara isotonik dan hipotonik dan menyimpulkan bahwa keduanya meningkatkan penampilan pada latihan yang berlangsung lama. Millord, et al (1997) membandingkan pemberian minuman karbohidrat berelektrolit dengan air dan menyimpulkan bahwa subjek yang diberi minuman karbohidrat berelektrolit berlari lebih cepat pada 1,6 km terakhir dari jarak tempuh lari 15 km dibandingkan dengan yang hanya diberi air minum biasa. Wong, et al (1998) meneliti pemberian larutan karbohidrat berelektrolit dan menyimpulkan bahwa penggantian cairan tubuh selama empat jam pemulihan meningkatkan kapasitas dayatahan pada periode latihan berikutnya.

Beberapa penelitian yang dikemukakan di atas, baik suplemen glukosa maupun suplemen larutan glukosa-elektrolit, kesemuanya menunjukkan bahwa suplemen itu memberikan pengaruh pada meningkatnya penampilan pada aktivitas yang berlangsung lama. Permasalahan yang ditemukan adalah bahwa diantara penelitian-penelitian itu tidak ada yang membandingkan antara suplemen glukosa tanpa elektrolit (Natrium klorida) dengan suplemen glukosa berelektrolit. Dengan demikian, tidak dapat diketahui apakah natrium dan klorida pada larutan glukosa berperan pada proses transport dan absorpsi glukosa. Demikian pula, belum dapat diketahui apakah suplemen glukosa berelektrolit lebih besar pengaruhnya terhadap peningkatan kapasitas kerja dibandingkan dengan suplemen glukosa tanpa elektrolit.

Untuk mengetahui apakah suplemen glukosa berelektrolit lebih besar pengaruhnya terhadap kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan suplemen glukosa tanpa elektrolit, maka perlu dilakukan penelitian dengan membandingkan antara keduanya. Penelitian tentang hal ini penting oleh karena dengan mengetahui adanya peranan natrium klorida pada suplemen glukosa berarti pemanfaatannya akan semakin meningkatkan kinerja fisik sesuai yang diharapkan.

Penelitian tentang suplemen glukosa dan natrium klorida memungkinkan dilaksanakan oleh karena bahan-bahan dalam penelitian itu tersedia dan mudah diperoleh. Demikian pula untuk melakukan pengujian kapasitas kerja maksimal memungkinkan dengan tersedianya fasilitas tes yang diperlukan seperti sepeda ergometer, treadmill dan sejumlah peralatan pendukung lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah tersebut di atas, maka permasalahan penelitian ini dirumuskan sebagai berikut.

- a. Apakah pemberian minuman glukosa-NaCl sebelum latihan dapat meningkatkan kapasitas kerja maksimal.
- b. Apakah pemberian minuman glukosa sebelum latihan dapat meningkatkan kapasitas kerja maksimal.
- c. Manakah yang lebih meningkatkan kapasitas kerja maksimal. diantara pemberian minuman glukosa-NaCl dengan minuman glukosa tanpa NaCl sebelum latihan.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian minuman glukosa dan peranan natrium klorida dalam minuman glukosa terhadap peningkatan kapasitas kerja maksimal.

1.3.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kapasitas kerja maksimal akibat pemberian minuman glukose+NaCl sebelum latihan.
- b. Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kapasitas kerja maksimal akibat pemberian minuman glukosa sebelum.

- c. Untuk mengetahui seberapa besar perbedaan pengaruh antara pemberian minuman glukosa+NaCl dengan minuman glukosa sebelum latihan terhadap peningkatan kapasitas kerja maksimal.

1.4 Manfaat Penelitian

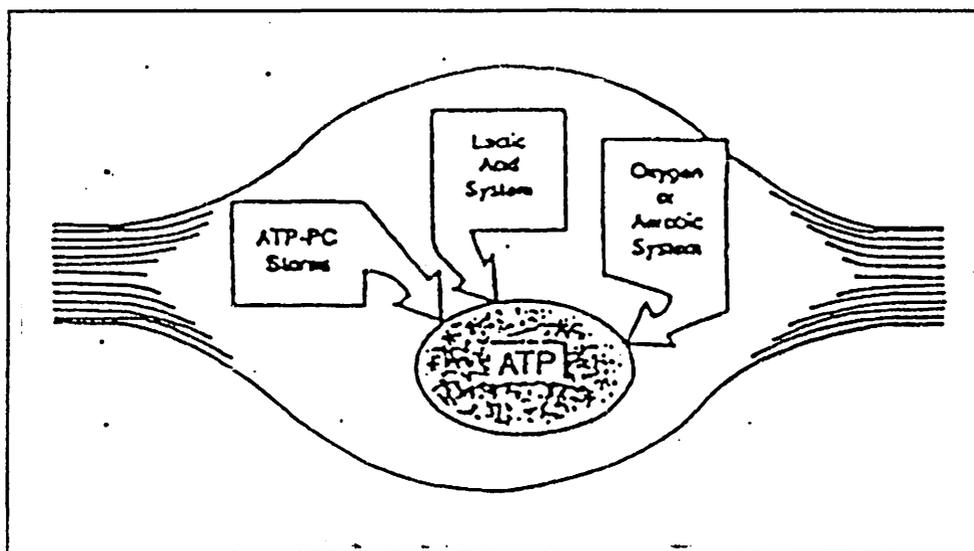
Hasil penelitian ini diharapkan memberi sumbangsih pada pengembangan IPTEK dan pemanfaatannya pada pembinaan prestasi olahraga. Bila penelitian ini dapat mengungkapkan pengaruh pemberian minuman glukosa+NaCl lebih besar dibandingkan dengan minuman glukosa terhadap kapasitas kerja maksimal, maka hasil penelitian ini akan memberikan wawasan baru kepada para pembina, pelatih dan olahragawan dalam aspek gizi olahraga.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Ada dua bentuk energi yang digunakan dalam tubuh untuk melakukan aktivitas fisik atau olahraga yaitu energi mekanik dan energi kimia. Energi mekanik adalah energi kinetik ditambah energi potensial. Energi yang berkaitan dengan gerak disebut energi kinetik, dan energi yang berkaitan dengan kerja berdasarkan posisi atau letak disebut energi potensial. Energi kimia berasal dari makanan. Energi yang dihasilkan tersebut digunakan untuk kerja mekanik (Fox, 1993).

Agar dapat berfungsi selama aktivitas berlangsung, otot memerlukan energi. Sebagaimana aktivitas biologis lainnya, otot memerlukan energi dari bahan makanan. Energi yang diperoleh dari bahan makanan ini tidak dapat digunakan



Gambar 2.1. Sumber energi pembentukan kembali ATP dalam otot (Bowers, 1992)

secara langsung untuk proses biologis, termasuk pada proses aktivitas otot. Energi dari bahan makanan ini terlebih dahulu membentuk senyawa kimia ATP (*adenosin triphosphat*) yang ditimbun dalam otot.

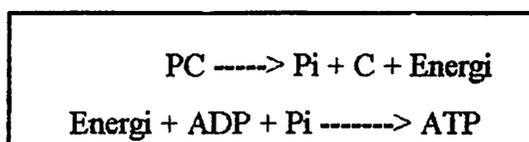
Peranan ATP sebagai sumber energi secara langsung untuk aktivitas otot berlangsung secara siklus (Bowers, 1992; Guyton dan Hall, 1996). Bila energi dibutuhkan pada proses aktivitas otot, maka ATP terhidrolisis menjadi ADP (*Adenosin Di Phosphat*) dan Pi (*Phosphat Inorganic*) sekaligus melepaskan energi yang dibutuhkan oleh aktivitas otot. Selanjutnya ATP dibentuk kembali dari ADP dan Pi melalui suatu proses fosforilasi yang dirangkaikan dengan proses oksidasi molekul bahan makanan penghasil energi (lihat Gambar 2.1).

Proses hidrolisis dan pembentukan ATP pada sel otot membentuk suatu sistem, yang selanjutnya disebut sistem energi otot. Proses pembentukan kembali ATP-PC dalam otot diperoleh melalui tiga sistem yaitu: 1) sistem ATP-PC (*phosphagen system*), 2) sistem glikolisis anaerobik (*lactic acid system*) dan 3) sistem aerobik (*oxygen system*) yang terdiri dari oksidasi karbohidrat, lemak dan protein (McArdle, 1986; Jansen, 1987; Fox, 1993). Sistem ATP-PC diumpamakan sebagai bensin super, sistem asam laktat sebagai premium, dan sistem aerobik sebagai solar (Soekarman, 1991). Sistem ATP-PC dan sistem asam laktat disebut juga sistem anaerobik, karena kedua sistem ini tidak memerlukan oksigen. Jansen (1989) menyebutnya sebagai sistem anaerobik alaktik untuk sistem fosfagen dan sistem anaerobik laktik untuk sistem asam laktat.

2.1.1 Sistem penyediaan energi dalam tubuh

a. Sistem ATP-PC (*phosphagen system*)

Sistem ATP-PC disebut sebagai *phosphagen system* karena keduanya memiliki fosfat. Sistem ini merupakan pemasok energi paling cepat untuk aktivitas otot, akan tetapi tidak bertahan lama. Ini disebabkan karena ATP maupun PC (*phospho-creatine*) sudah tersedia dalam jumlah terbatas dalam otot dan hanya memerlukan rangkaian reaksi kimia yang pendek sekali untuk mengubahnya menjadi energi yang langsung digunakan otot untuk melakukan aktivitasnya. Apabila PC pecah, maka keluar energi. Pemecahan tersebut tidak memerlukan oksigen. Hasil akhir dari suatu pemecahan PC adalah kreatin ($C = Creatine$) dan fosfat inorganik ($P_i = phosphat inorganic$). Sewaktu ATP digunakan, PC segera terpecah dan membebaskan energi sehingga resintesa ATP dapat terjadi lagi. ATP dipecah selama kontraksi otot berlangsung, kemudian dibentuk kembali dari $ADP + P_i$ oleh adanya energi yang berasal dari pemecahan simpanan PC. Reaksi yang terjadi digambarkan oleh Fox (1993), sebagai berikut:



ATP dan PC yang tertimbun dalam otot hanya cukup digunakan untuk melakukan aktivitas maksimum selama 6-8 detik (Astrand dan Rodahl, 1986; Bowers, 1992). Oleh karena itu sistem fosfagen ini sangat berguna untuk gerakan mendadak atau aktivitas yang membutuhkan kecepatan tinggi dan berlangsung singkat.

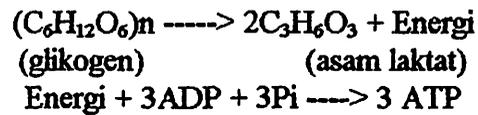
Apabila aktivitas otot dihentikan segera setelah sistem fosfagen hampir habis, maka akan segera terjadi pemulihan dimana cadangan ATP-PC dikembalikan ke

keadaan semula. Menurut Hultman (1967) yang dikutip oleh Bowers (1992), setelah 60 detik istirahat pemulihan ATP-PC sekitar 75% dan setelah 180 detik sekitar 98%. Jika setelah energi fosfagen habis sementara aktivitas otot tetap berlangsung, maka energi akan diperoleh dari sistem glikolisis anaerobik.

b. Sistem glikolisis anaerobik (lactic acid system)

Sistem glikolisis anaerobik lebih rumit dibandingkan dengan sistem fosfagen. Proses pembentukan energi melalui sistem ini memerlukan 12 macam reaksi kimia yang berurutan, sehingga pembentukan energi berjalan lebih lambat jika dibandingkan dengan sistem fosfagen. Sistem ini mengubah glukosa dan glikogen yang tersimpan di sitoplasma sel otot menjadi energi dan asam laktat. Sistem ini menghasilkan 2 mol ATP per mol glukosa atau 3 mol ATP per mol glikogen. Ini terjadi bilamana mitokondria mengalami kekurangan oksigen, sehingga asam piruvat yang semestinya masuk ke dalam mitokondria berubah menjadi asam laktat (Armstrong, 1979; Brooks dan Fahey, 1985; McArdle, 1986).

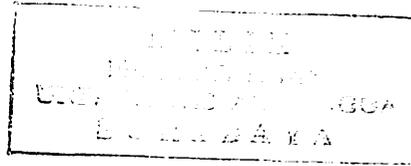
Bila aktivitas maksimum terus berlanjut, maka glikolisis anaerobik akan terus berputar yang mengakibatkan bertumpuknya asam laktat dalam otot dan darah. Penumpukan asam laktat akan menurunkan pH (meningkatkan keasaman) dalam otot dan darah. Perubahan pH ini akan menghambat enzim-enzim dan akhirnya menghambat reaksi kimia dalam sel tubuh terutama dalam sel otot itu sendiri. Keadaan ini menyebabkan kontraksi otot menjadi lemah dan akhirnya mengalami kelelahan (Janssen, 1989; Fox, 1993). Rangkaian reaksi untuk pembentukan kembali ATP dari glikolisis anaerobik adalah sebagai berikut:



(Fox, 1993)

Pada sisi lain asam laktat merupakan sumber berharga bagi energi kimia yang tertimbun selama berlangsungnya aktivitas fisik yang berat. Jika oksigen tersedia dan mencukupi, maka hidrogen yang terikat pada asam laktat akan diambil oleh NAD (*nikotinamida adenin dinukleotida*) dan teroksidasi. Dengan cara seperti itulah asam laktat diubah kembali menjadi asam piruvat. Asam piruvat ini masuk ke dalam mitokondria untuk mengalami suatu rangkaian proses oksidasi (siklus Krebs dan sistem transportasi elektron) untuk menghasilkan ATP, H₂O dan CO₂. Proses ini disebut proses oksidasi asam laktat.

Ada sekitar 60 sampai 65% asam laktat dioksidasi, hanya sebagian diubah menjadi glikogen di hati dan glukosa di darah serta sedikit sekali diubah menjadi protein. Asam laktat yang disingkirkan selama pemulihan suatu latihan yang melelahkan adalah sekitar 55% setelah 15 menit, 75% setelah 30 menit dan sekitar 95% setelah 60 menit (Bowers, 1992). Penyingkiran asam laktat darah lebih cepat bila pemulihan dilakukan secara aktif yaitu dengan melakukan aktivitas ringan atau sedang. Bagi individu yang tidak terlatih, penyingkiran asam laktat lebih optimal bila melakukan aktivitas dengan intensitas antara 30% sampai 45% dari VO_{2max} , sedangkan bagi atlet atau individu yang terlatih antara 50% sampai 65% dari VO_{2max} (Fox, 1993).



c. Sistem aerobik (*oxygen system*)

Sistem aerobik adalah suatu sistem penyediaan ATP dalam otot yang berasal dari metabolisme aerobik. Sistem aerobik dapat digunakan untuk menyediakan ATP bila oksigen dalam otot mencukupi dan kerja otot tidak berlangsung cepat. Sistem aerobik ini terjadi dalam mitokondria.

Proses penyediaan energi melalui sistem aerobik ini merupakan suatu proses rangkaian reaksi yang panjang dan kompleks. Dalam reaksi tersebut diperlukan beratus-ratus reaksi kimia dan beratus-ratus enzim. Akibatnya sistem ini tidak dapat digunakan secara cepat seperti pada sistem anaerobik. Terjadinya rangkaian reaksi kimia yang panjang dalam mitokondria disebabkan karena mitokondria mempunyai sistem membran yang khas yang disebut dengan *krista* yang mengandung hampir semua enzim yang diperlukan bagi metabolisme secara aerobik (Bowers, 1992).

Sistem aerobik meliputi oksidasi karbohidrat, oksidasi lemak dan oksidasi protein. Proses oksidasi berlangsung di mitokondria melalui serangkaian proses glikolisis aerobik, siklus Krebs dan sistem transportasi elektron. Untuk jelasnya akan diuraikan berikut ini.

1) Glikolisis aerobik

Pada tahap reaksinya sistem glikolisis aerobik sama dengan glikolisis anaerobik, hanya saja pada glikolisis anaerobik asam piruvat tidak masuk ke dalam mitokondria melainkan membentuk asam laktat di sitoplasma. Sedangkan bila oksigen mencukupi, sebagian asam piruvat akan masuk ke dalam mitokondria

melalui sistem enzim yang kompleks dan mengalami serangkaian reaksi kimia yang dikenal dengan siklus Krebs (Lamb, 1984; Fox, 1993).

Asam piruvat sebagai hasil akhir glikolisis anaerobik diarahkan ke jalur aerobik bila oksigen mencukupi. Asam laktat yang terbentuk melalui glikolisis anaerobik sebenarnya merupakan sumber energi kimia yang tersimpan. Segera setelah oksigen mencukupi, hidrogen yang terikat pada asam laktat diambil oleh NAD dan dimasukkan ke dalam sistem transportasi elektron. Pada tahap ini terbentuk ATP, juga terjadi dua perubahan kimia yang penting yaitu terbentuknya CO_2 dan terjadi oksidasi yang membebaskan elektron. Setelah CO_2 terlepas, asam piruvat sebagai hasil akhir glikolisis anaerobik masuk ke mitokondria untuk bersenyawa dengan koenzim A sehingga terbentuk senyawa asetil koenzim A. Selanjutnya asetil koenzim A bersenyawa dengan asam oksaloasetat membentuk asam sitrat dan kemudian asam sitrat ini masuk ke siklus Krebs (Mayes, 1985; Wilmore dan Costill, 1994).

b. Siklus Krebs (Krebs's cycle)

Dalam siklus Krebs atau siklus asam trikarboksilat (siklus asam sitrat) terjadi dua perubahan kimia yaitu terbentuk CO_2 dan terjadi oksidasi atau terbebasnya elektron-elektron (McArdle, 1986).

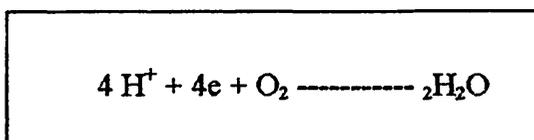
Ditinjau dari proses produksi ATP, fungsi utama siklus ini adalah menghasilkan elektron dan selanjutnya diikat oleh NAD dan FAD. Metabolisme karbohidrat (glikolisis aerobik) adalah setiap asetil yang turut serta dalam siklus ini akan menghasilkan ikatan dehidrogenase dengan tiga buah NAD dan sebuah FAD serta terbentuk pula GTP (*guanosin triphosphate*) yang mengandung sejumlah energi

yang sepadan dengan ATP. Sedangkan koenzim NADH_2 dan FADH_2 yang terdiri atas berbagai langkah dehidrogenase akan masuk ke rantai pernapasan atau sistem transportasi elektron. CO_2 yang terbentuk akan berdifusi ke darah, terbawa ke paru dan selanjutnya dikeluarkan dari tubuh (Astrand dan Rodahl, 1986).

c. Sistem transportasi elektron

Sistem transportasi elektron ini disebut juga sistem rantai angkut elektron atau rantai pernapasan (*respiratory chain*). Sistem ini sangat rumit, terdiri dari lipoprotein dengan berbagai macam sitokrom dan pembantu lainnya. Rangkaian reaksi yang terjadi sangat kompleks dan dikenal sebagai fosforilasi oksidasi (Mayes, 1985). Pengaliran elektron melalui sistem ini akan membebaskan energi guna fosforilasi ADP menjadi ATP pada tiga titik yang berbeda, dan pada akhir mata rantai sistem ini setiap pasang elektron akan bergabung dengan dua proton (H^+) dan O_2 membentuk molekul air (H_2O). NADH_2 masuk ke titik pertama dan menghasilkan NAD dan 3 molekul ATP (McArdle, 1986). Sedangkan FADH akan masuk ke titik kedua menghasilkan FAD dan 2 molekul ATP. Koenzim-koenzim yang baru saja terbebaskan dapat kembali berperan serta dalam proses dehidrogenase lagi.

Pada metabolisme karbohidrat atau kelanjutan dari pemecahan glikogen pada tahap ini terbentuk H_2O yang dihasilkan dari persenyawaan H^+ yang terjadi dalam siklus Krebs serta O_2 yang kita hirup. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



(Fox, 1993)

Sewaktu terjadi transportasi elektron dalam rantai pernapasan sejumlah energi dilepaskan. Jadi 3 mol ATP diperoleh sebagai hasil glikolisis dalam sitoplasma dan 36 molekul ATP didapat sebagai hasil oksidasi aerobik dalam mitokondria, sehingga hasil akhir sistem aerobik secara keseluruhan sebanyak 39 ATP apabila bahannya dari glikogen.

2.1.2 Penggunaan sistem energi pada keadaan istirahat dan berbagai aktivitas fisik

a. Sistem energi pada saat istirahat

Pada saat istirahat ATP yang dibutuhkan diperoleh dari pembentukan kembali ATP melalui sistem aerobik. Pada keadaan istirahat ini, melalui sistem transpor oksigen, tubuh mampu memenuhi kebutuhan oksigennya. Jadi sistem energi yang digunakan adalah sistem aerobik. Bahan yang dioksidasi duapertiga berasal dari lemak dan sepertiga berasal dari karbohidrat (Fox dan Mathews, 1988). ATP yang terbentuk kembali telah mencukupi untuk memenuhi kebutuhan tenaga gerak bagi berfungsinya organ-organ tubuh pada saat istirahat (Bowers, 1992).

b. Sistem energi pada saat latihan berat dan singkat

Yang dimaksud latihan berat dan singkat disini adalah aktivitas fisik yang dilaksanakan dengan intensitas maksimal atau submaksimal yang berlangsung kurang dari tiga menit. Pada latihan semacam ini tubuh belum mampu memenuhi kebutuhan oksigennya, dan karena oksigen yang diperlukan tidak mencukupi untuk pembentukan kembali ATP maka sistem energi yang digunakan adalah sistem anaerobik. Dengan demikian bahan bakar utama yang digunakan adalah karbohidrat. Pada saat akhir dari latihan berat ini yaitu pada saat oksigen sudah tersedia, maka sistem aerobik dengan

bahan bakar lemak turut berperan dalam memasok energi bagi keperluan pembentukan kembali ATP.

c. Sistem energi pada latihan submaksimal yang berlangsung lama

Latihan dengan beban submaksimal dapat berlangsung lama. Intensitas latihan dengan beban submaksimal berada di bawah atau mendekati ambang batas anaerobik yaitu intensitas dimana kadar asam laktat darah meningkat dengan cepat (Wasserman, 1973; Thoden, 1982; Janssen, 1989; Pate, 1992).

Latihan dengan intensitas mendekati ambang anaerobik ini berbeda antara individu yang satu dengan lainnya. Pada individu yang terlatih, ambang batas anaerobik ini tercapai pada beban 72 - 80% dari kemampuan (VO_2 atau denyut nadi) maksimalnya; sedangkan pada individu yang tidak terlatih, ambang batas anaerobik ini terjadi pada beban yang lebih rendah (Astrand dan Rodahl, 1986; Janssen, 1989).

Selama latihan submaksimal, sistem transportasi oksigen mampu memasok oksigen yang cukup, kecuali pada saat permulaan latihan. Dengan demikian, sistem yang berperan untuk pembentukan kembali ATP dalam pemasokan energi adalah sistem aerobik. Oleh karena sistem energi yang digunakan adalah sistem aerobik, maka latihan dengan intensitas beban submaksimal biasa juga disebut latihan aerobik. Sistem fosfagen dan sistem glikolisis anaerobik berperan pada saat 2 - 3 menit permulaan latihan dimana kebutuhan oksigen belum mencukupi kebutuhan. Bahan bakar utama pada latihan submaksimal ini pada mulanya adalah karbohidrat, dan selanjutnya bergeser ke lemak. Dengan cara ini, tubuh melindungi persediaan glikogen yang tersisa (Janssen, 1989; Fox, 1993).

2.1.3 Sistem energi dominan pada berbagai cabang olahraga

Setiap cabang olahraga pada umumnya tidak menggunakan sistem energi

Tabel 2.1. Sistem energi dominan cabang olahraga (Bowers, 1992)

| Various Sports and Activities and their Predominant Energy Systems | | | |
|--|------------------------------|-------------------|----------------|
| Sports or Activity | % Emphasis per Energy System | | |
| | ATP-CP and LA | LA-O ₂ | O ₂ |
| Baseball | 80 | 20 | |
| Basketball | 85 | 15 | |
| Fencing | 90 | 10 | |
| Field hockey | 60 | 20 | 20 |
| Football | 90 | 10 | |
| Golf | 95 | 5 | |
| Gymnastics | 90 | 10 | |
| Ice hockey | | | |
| Forwards, defense | 80 | 20 | |
| Goalie | 95 | 5 | |
| Lacrosse | | | |
| Goalie, defense, attack men | 80 | 20 | |
| Midfielders, man-down | 60 | 20 | 20 |
| Recreational sports | 5 | 5 | 90 |
| Rowing | 20 | 30 | 50 |
| Skating | | | |
| Slalom, jumping, downhill | 80 | 20 | |
| Cross-country | | 5 | 95 |
| Soccer | | | |
| Goalie, wings, strikers | 80 | 20 | |
| Halfbacks, link men | 60 | 20 | 20 |
| Softball | 80 | 20 | |
| Swimming and diving | | | |
| 50-m freestyle, diving | 98 | 2 | |
| 100 m, 100 yd (all strokes) | 80 | 15 | 5 |
| 200 m, 220 yd (all strokes) | 30 | 65 | 5 |
| 400 m, 440 yd, 500-yd | 20 | 55 | 25 |
| freestyle | | | |
| 1500 m, 1650 yd | 10 | 20 | 70 |
| Tennis | 70 | 20 | 10 |
| Track and field | | | |
| 100 m, 100 yd; 200 m, 220 yd | 95 | 5 | |
| Field events | 98 | 2 | |
| 400 m, 440 yd | 60 | 15 | 5 |
| 800 m, 880 yd | 30 | 65 | 5 |
| 1500 m, 1 mile | 15 | 55 | 30 |
| 2 miles | 15 | 20 | 65 |
| 3 miles, 5000 m | 10 | 20 | 70 |
| 6 miles (cross-country), | | | |
| 10,000 m | 5 | 15 | 80 |
| Marathon | | 2 | 98 |
| Volleyball | 85 | 10 | 5 |
| Wrestling | 90 | 10 | |

aerobik saja atau sistem energi anaerobik saja, tetapi menggunakan gabungan antara kedua sistem tersebut. Berdasarkan tingkat pengerahan tenaga dan durasi pelaksanaannya, sistem energi cabang olahraga dibagi dalam tiga kelompok, yaitu: a) ATP-PC dan LA, b) LA-O₂, dan c) O₂ sebagaimana terlihat dalam Tabel 2.1.

Pada cabang olahraga yang membutuhkan pengerahan tenaga dengan intensitas tinggi dan durasi kerja yang singkat, maka sistem energi predominannya adalah sistem ATP-PC-LA, pada cabang olahraga yang memerlukan daya tahan (intensitas rendah dan durasi lama) sistem energi predominannya adalah sistem O_2 , sedangkan cabang olahraga dengan ciri pelaksanaan berada antara kedua sistem itu sistem energi predominannya adalah sistem LA- O_2 (Fox, 1984).

2.2 Latihan

Kata “latihan” dalam lingkup pembinaan olahraga sehari-hari sering digunakan untuk menyebutkan secara praktis istilah “*exercise*” dan “*training*” yang sesungguhnya kedua istilah itu mempunyai makna yang berbeda. Kata “respons” dan “adaptasi” juga sering digunakan secara bergantian dalam buku teks fisiologi kerja sehubungan dengan perubahan yang terjadi dalam tubuh. Istilah-istilah *exercise*, *training*, respons dan adaptasi ini perlu diperjelas oleh karena berkaitan dengan pengaruhnya terhadap tubuh serta ciri beban latihan dan prinsip latihan itu sendiri.

2.2.1 Pengertian latihan

Dalam *Oxford Dictionary of Sport Science and Medicine* (Kent, 1994), kata “*exercise*” diartikan sebagai: 1) gerakan-gerakan dan kegiatan fisik yang melibatkan penggunaan kelompok otot besar seperti dansa, kalistenik, permainan dan aktivitas yang lebih formal seperti *jogging*, berenang dan berlari, 2) susunan gerakan apa saja yang dirancang untuk melatih atau memperbaiki keterampilan; sedangkan “*training*” diartikan sebagai suatu program *exercise* yang dirancang untuk membantu

pembelajaran keterampilan, memperbaiki kesegaran jasmani untuk menyiapkan atlet menghadapi kompetisi tertentu.

Lamb (1984) mengidentikkan "*exercise*" dengan "*acute exercise*", sedangkan "*training*" bersesuaian dengan istilah "*chronic exercise*". *Acute exercise* adalah latihan dengan periode pemberian beban kerja tunggal, sedangkan *chronic exercise* adalah pemberian beban kerja yang dilakukan berulang-ulang melebihi beberapa hari atau bulan. Menurut Rushall dan Pyke (1990), serta Dick (1995) *exercise* merupakan unit dasar suatu sesi latihan yang disebut "*training unit*" yaitu pelaksanaan suatu tugas dengan tujuan yang telah ditetapkan, seperti berenang 200 meter, melempar cakram, dan melakukan usaha melompat sejauh dua meter. Menurut Janssen (1989) *exercise* adalah usaha yang mengerahkan tenaga, atau menurut Fox (1993) yaitu aktivitas apa saja yang melibatkan pembangkitan tenaga melalui penggiatan otot. Sedangkan latihan (*training*) menurut Bompa (1994) adalah suatu program *exercise* untuk mengembangkan kinerja dan kapasitas energi atlet menghadapi kejuaraan tertentu.

Jadi jelas bahwa *exercise* adalah aktivitas yang dilakukan dalam satu sesi, sedangkan *training* merupakan *exercise* yang dilakukan secara berulang-ulang yang harus memenuhi ciri-ciri beban latihan dan prinsip pembebanan.

2.2.2 Dosis latihan

Aktivitas penggunaan energi dari suatu item latihan disebut beban-lebih (*overload*), sedangkan jumlah beban-lebih untuk setiap segmen latihan disebut ransang latihan (*stimulator*). Keseluruhan ransang latihan yang menghasilkan beban-lebih dalam segmen latihan yang membentuk suatu beban umum sesi latihan disebut *session*

load (Rushall dan Pyke, 1990). *Session load* ini oleh Nossek (1981) dan Harre (1982) disebut beban latihan (*training load*).

Tidak semua aktivitas fisik dapat merupakan stimulator bagi fungsi organ tubuh (Pyke dan Woodman, 1991). Suatu latihan menguntungkan sepanjang latihan itu cukup memberi ransang yang kuat untuk beradaptasi terhadap *stress* dari suatu usaha fisik. Jika *stress* tidak cukup menantang tubuh maka tidak akan terjadi penyesuaian, atau sebaliknya jika suatu *stress* sedemikian berat dimana hal itu tidak dapat ditoleransi, malahan akan berakibat cedera atau *over training*, atau penyesuaian hanya terjadi jika suatu ransang mencapai intensitas yang proporsional pada ambang kapasitas individu (Harre, 1982; Bompa, 1994). Besarnya beban latihan perlu dikaji sebelum diaplikasikan untuk program latihan, agar tidak menimbulkan jejas mikro atau *stressor organ* (Setyawan, 1996). Karena beban latihan harus terukur, maka disebut dosis latihan (Kent, 1994).

Ada dua bentuk dosis latihan: dosis eksternal dan dosis internal (Nossek, 1981; Harre, 1982; Bompa, 1994). Dosis eksternal (*outer load*) adalah jumlah beban kerja yang direncanakan bagi seseorang atlet yang menyusun kerangka sesi latihan dari suatu program latihan. Untuk menyusun program latihan yang benar, seorang pelatih perlu mengenal karakteristik dosis eksternal. Komponen-komponen dosis eksternal menurut Nossek (1981), Fox (1993), dan Bompa (1994), adalah:

- a. Volume, yaitu jumlah kerja yang ditampilkan selama satu sesi latihan atau satu fase latihan. Volume latihan dapat berupa durasi, jarak tempuh, dan jumlah pengulangan (*repetisi*).

- b. **Intensitas**, yaitu komponen kualitatif dari kerja yang dilakukan dalam suatu periode waktu yang tersedia. Intensitas latihan dinyatakan dalam bentuk prosentase beratnya beban yang diangkat dengan satu ulangan maksimal (pada latihan kekuatan), dan tingkat keseriusan pengerahan kecepatan (pada latihan kecepatan dan daya tahan).
- c. **Kepadatan (*density*)**, yaitu kekerapan dimana seorang dipaparkan serangkaian rangsang atau beban latihan per unit waktu. Istilah kepadatan menunjukkan hubungan waktu-antara fase kerja dan pemulihan yang dinyatakan dengan rasio kerja-istirahat.
- d. **Frekuensi**, yaitu jumlah sesi latihan dalam suatu periode tertentu (hari, minggu, bulan).

Oleh karena semua komponen ini dengan mudah dapat diukur, maka dalam penyusunannya harus dinyatakan dalam bentuk angka.

Dosis internal (*inner load*) merupakan reaksi (*respons*) fisiologis, biokimia, dan psikologis akibat dari pemaparan suatu dosis eksternal. Reaksi terhadap dosis eksternal ini dapat berupa meningkatnya frekuensi denyut jantung, frekuensi pernapasan, angka keringat, akumulasi asam laktat darah, naiknya tekanan darah, tingginya keterlibatan sistem endokrin, dan lain-lain (Harre, 1982; Lamb, 1984; Bompa, 1994; Dick, 1995).

Untuk memberi pengaruh terhadap peningkatan kapasitas fungsional organisme, maka suatu program latihan harus disusun secara sistematis, terencana dan berulang-ulang, atau mengikuti prinsip-prinsip latihan.

2.2.3 Prinsip-prinsip latihan

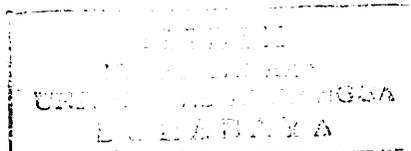
Suatu perencanaan latihan harus mengikuti serangkaian aturan yang disebut prinsip latihan. Prinsip latihan adalah pedoman yang hendaknya dipergunakan dalam

latihan yang terorganisir dengan baik. Prinsip-prinsip latihan merujuk pada semua aspek dan tugas latihan, menentukan corak dan isi latihan, sasaran dan metode serta organisasi latihan (Nossek, 1981). Prinsip latihan merupakan prinsip dasar yang harus diikuti jika peningkatan hasil latihan ingin dimaksimalkan (Kent, 1994). Disebut prinsip latihan karena selalu berpegang pada kebenaran (Freeman, 1991).

Ada tiga prinsip latihan, yaitu: beban-lebih (*overload*), kekhususan (*specificity*), dan kembali asal- (*reversibility*) (Thompson, 1991; Dick, 1995). Menurut Freeman (1991), semua sistem latihan dipengaruhi oleh tiga hukum fisiologis itu. Prinsip-prinsip lain yang disebutkan oleh penulis lain dan dalam buku yang berbeda merupakan aspek dari ketiga hukum fisiologis itu.

a. Prinsip beban-lebih

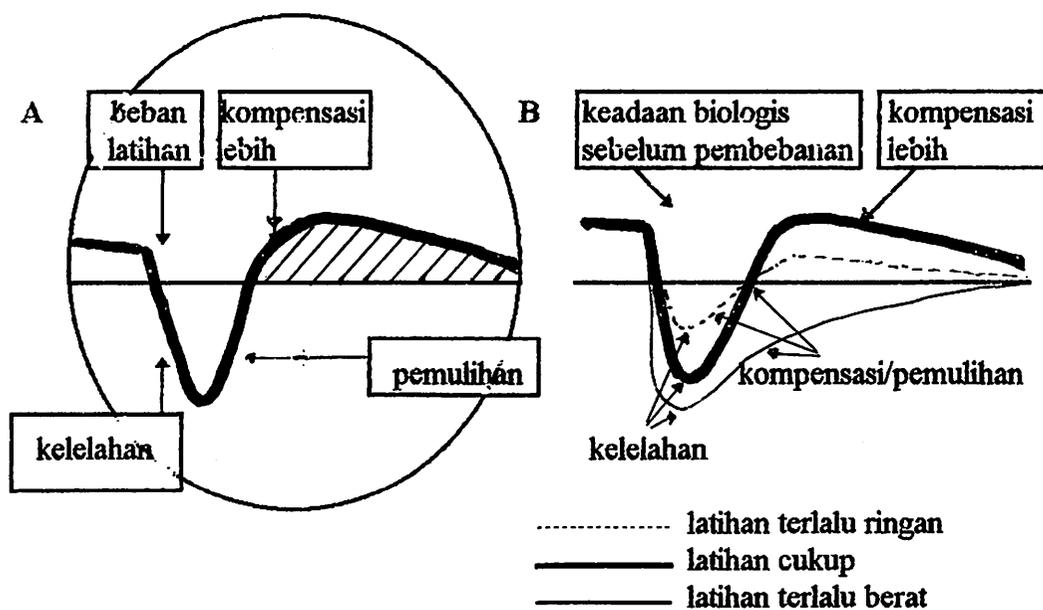
Prinsip beban-lebih didasarkan pada hukum fisiologis bahwa peningkatan kinerja atau kesegaran jasmani memerlukan suatu peningkatan beban latihan yang menantang kondisi normal tubuh (Freeman, 1991; Dick, 1995). Seperti dilukiskan dalam gambar 2.2.A, bila kesegaran jasmani individu ditantang dengan beban latihan baru, maka respons dari tubuh adalah suatu penyesuaian terhadap rangsang dari beban latihan yang baru itu. Respon awal berupa kelelahan. Bila pemberian beban latihan dihentikan, terjadi proses pemulihan dari kelelahan dan penyesuaian terhadap beban. Pemulihan dan penyesuaian ini bukan hanya mengembalikan kesegaran jasmani individu pada tingkat semula, melainkan ke tingkat yang lebih baik yang dicapai melalui



kompensasi tubuh terhadap beban latihan permulaan (Nossek, 1981; Rushall dan Pyke, 1990; Thompson, 1991; Bompa, 1994).

1. Kompensasi-lebih

Kemampuan tubuh untuk menyesuaikan terhadap beban latihan dan berkompensasi pada pemulihan memberikan gambaran bagaimana kondisi latihan itu dilakukan. Seperti yang terlihat dalam gambar 2.2.B, bila beban latihan tidak cukup kuat/berat maka hanya sedikit atau tidak terjadi kompensasi-lebih (*overcompensation*). Sebaliknya pembebanan yang terlalu berat akan membuat individu mengalami masalah waktu pemulihan dan tidak kembali ke tingkat kesegaran jasmani semula. Keadaan ini disebabkan oleh latihan yang berlebihan (*overtraining*) (Harre, 1982; Thompson, 1991; Freeman, 1991; Dick, 1995).



Gambar 2.2. A. Siklus kompensasi-lebih (Yakovlev, dalam Bompa, 1994:18).
 B. Perbedaan pengaruh tingkatan beban latihan pada kompensasi-lebih (Thompson, 1991:63).

2. Individualisasi

Setiap individu bereaksi terhadap rangsang latihan dengan cara yang berbeda. Perbedaan ini karena usia dan jenis kelamin (Thompson, 1991). Azas individualisasi memerlukan perencanaan latihan sebagai jawaban atas kemampuan, kebutuhan dan potensi individu. Program latihan yang disusun harus mempertimbangkan usia kronologis dan usia biologis atlet, usia latihan dan pengalaman dalam olahraga, tingkat keterampilan, kapasitas kerja, status kesehatan dan latihan, kecepatan pemulihan, dan bentuk tubuh, serta perbedaan jenis kelamin (terutama selama masa puber) (Freeman, 1991; Bompa, 1994).

3. Pengembangan multilateral

Azas pengembangan multilateral dimaksudkan untuk pengembangan keterampilan yang lebih khusus dari setiap cabang olahraga. Pengembangan multilateral merujuk pada pengembangan keterampilan gerak umum dan kebugaran jasmani yang merupakan tujuan pokok dari bagian permulaan program latihan tahunan. Pengembangan dini yang lebih seimbang, memungkinkan tingkat kinerja yang lebih tinggi pada tingkat pembinaan berikutnya. Prinsip ini harus menjadi fokus utama latihan pada anak dan atlet remaja dan merupakan langkah pertama dari serangkaian pendekatan terhadap latihan olahraga (Freeman, 1991; Bompa, 1994).

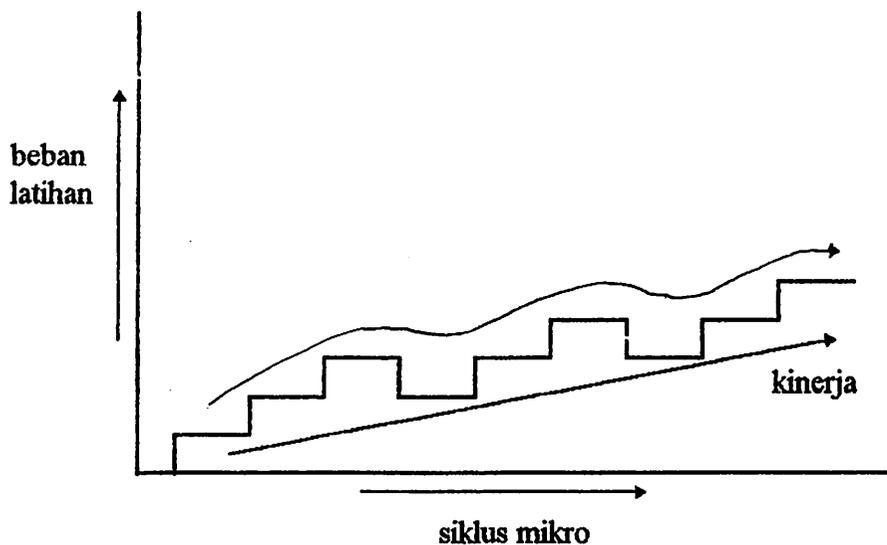
b. Prinsip kembali asal

Prinsip kembali asal didasarkan pada hukum fisiologi bahwa kinerja fisik akan menurun jika beban latihan tidak berkelanjutan (Freeman, 1991; Thompson, 1991;

Dick, 1995). Ini berarti bahwa pengaruh latihan akan terbalik dengan sendirinya jika beban latihan tidak lebih menantang. Demikian pula jika latihan dihentikan, maka kinerja fisik secara bertahap menurun hingga mencapai tingkatan yang hanya untuk mempertahankan aktivitas normal sehari-hari.

1. Peningkatan beban latihan

Peningkatan beban latihan didasarkan pada prinsip bahwa latihan harus kontinyu hingga terjadi peningkatan. Jika beban latihan tetap pada tingkat yang sama, peningkatan kapasitas fisik yang terjadi hanya bersifat sementara, selanjutnya akan menurun lagi. Beban latihan harus ditingkatkan secara teratur yang diselingi dengan penurunan beban sebagai bentuk pemulihan dan kompensasi (Freeman, 1991; Bompa, 1994), sebagaimana dilukiskan dalam gambar 2.3.



Gambar 2.3 Peningkatan beban latihan bergelombang, tetapi perbaikan kinerja bergerak linier (Bompa, 1994:46).

2. Beban latihan yang realistis

Beban latihan yang diberikan kepada individu harus realistis. Ini berarti bahwa beban latihan itu tidak boleh di luar kemampuan individu, tidak menjadi destruktif secara psikologis yang menghambat peningkatan beban secara progresif (Freeman, 1991).

3. Istirahat-aktif

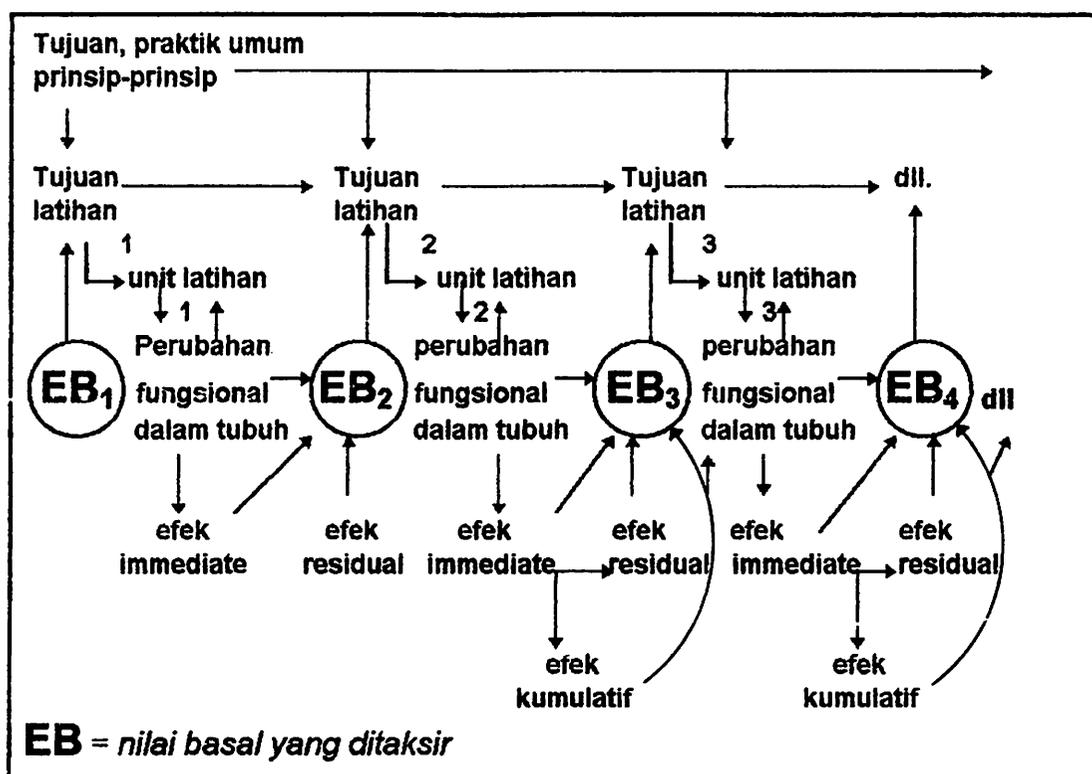
Istirahat-aktif merupakan suatu bentuk pemulihan yang juga digunakan dalam fase transisi dari suatu siklus makro program latihan. Dalam masa istirahat-aktif ini, dimasukkan program aktivitas fisik yang ringan, seperti *jogging*, dan keterlibatan pada olahraga lainnya. Hal ini memungkinkan individu pulih yang akan membantu untuk mempertahankan tingkat kebugaran jasmaninya (Freeman, 1991).

c. Prinsip kekhususan

Hukum kekhususan menyatakan bahwa sifat khusus dari beban latihan akan menghasilkan respons dan adaptasi yang khusus pula. Beban latihan khusus bagi individu dan khusus bagi tuntutan jenis aktivitas atau cabang olahraga yang ditekuni. Hal ini nyata bila membandingkan antara sepakbola dengan tenis meja atau antara maraton dengan nomor lari cepat pada atletik dalam kaitannya dengan pemilihan metode latihan yang sesuai (Freeman, 1991; Thompson, 1991; Dick, 1995).

2.2.4 Pengaruh latihan dan adaptasi terhadap latihan

Suatu aktivitas fisik dapat dikatakan sebagai latihan apabila mempunyai tiga tingkatan pengaruh, yaitu *immediate*, *residual*, dan *cumulative effect*. Oleh karena itu tujuan latihan adalah untuk menghasilkan sebanyak mungkin efek latihan (Rushall dan Pyke, 1990; Dick, 1995). Ketiga pengaruh latihan ini diilustrasikan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Ringkasan pengaruh-pengaruh latihan
(Diadaptasi dari Dick, 1995:257)

Immediate effect adalah reaksi tubuh terhadap stressor rangsang latihan. Pengaruh *immediate* ini meliputi meningkatnya denyut jantung, keringat, meningkatnya laktat darah dan tingginya keterlibatan sistem endokrin (Dick, 1995). Reaksi mendadak atau perubahan temporer fungsi tubuh ini oleh Lamb (1984) disebut *response*. *Residual effect* adalah apa yang dipertimbangkan sebagai respons pemulihan dan persiapan

tubuh. Reaksi pemulihan ditunjukkan pada meningkatnya penyesuaian tubuh terhadap rangsang latihan pada masa yang akan datang. Pengaruh residual ini menjamin tubuh dipersiapkan untuk rangsang latihan yang lebih besar pada periode berikutnya (Dick, 1995).

Pengaruh kumulatif (*cummulative effect*) adalah penyesuaian progresif tubuh melalui respons persiapan. Pengaruh kumulatif inilah yang diukur dalam tes pemantauan kebugaran jasmani setelah suatu periode bulan berlatih (Dick, 1995). Pengaruh kumulatif ini biasa disebut sebagai *adaptation* (Harre, 1982; Lamb; Rushall dan Pyke, 1990; Bompa, 1994), atau disebut juga “pengaruh jangka panjang” (Astrand dan Rodahl, 1986).

Menurut Nossek (1981), serta Astrand dan Rodahl (1986), latihan dapat mempengaruhi sejumlah faktor pembentuk kapasitas kinerja fisik, bukan hanya menyebabkan perubahan pada kekuatan (*strenght*) dan konsumsi oksigen maksimal (VO_2max), tetapi juga perubahan struktur dan fungsi sejumlah sistem organ seperti halnya dengan perubahan psikologis. Fox (1993) mengklasifikasikan perubahan yang terjadi akibat latihan, yaitu (a) perubahan pada tingkat jaringan, seperti perubahan biokimia, (b) perubahan pada tingkat sistem, seperti sistem sirkulasi dan respiratoris, dan (c) perubahan lainnya yang berkenaan dengan komposisi tubuh, kadar kolesterol dan trigliserida, tekanan darah dan aklimatisasi panas. Wilmore dan Costill (1994) mengelompokkan pengaruh latihan berdasarkan jenis latihan (aerobik dan anaerobik) sebagaimana terlihat pada tabel 2.2.

Adaptasi (*adaptation*) dipahami sebagai penyesuaian sistem fungsional fisik dan psikologis yang dilakukan di bawah pengaruh beban eksternal, menuju suatu standard

kinerja yang lebih tinggi dan penyesuaian terhadap kondisi eksternal khusus (Harre, 1982). Adaptasi merupakan perubahan yang relatif menetap dalam struktur dan fungsi

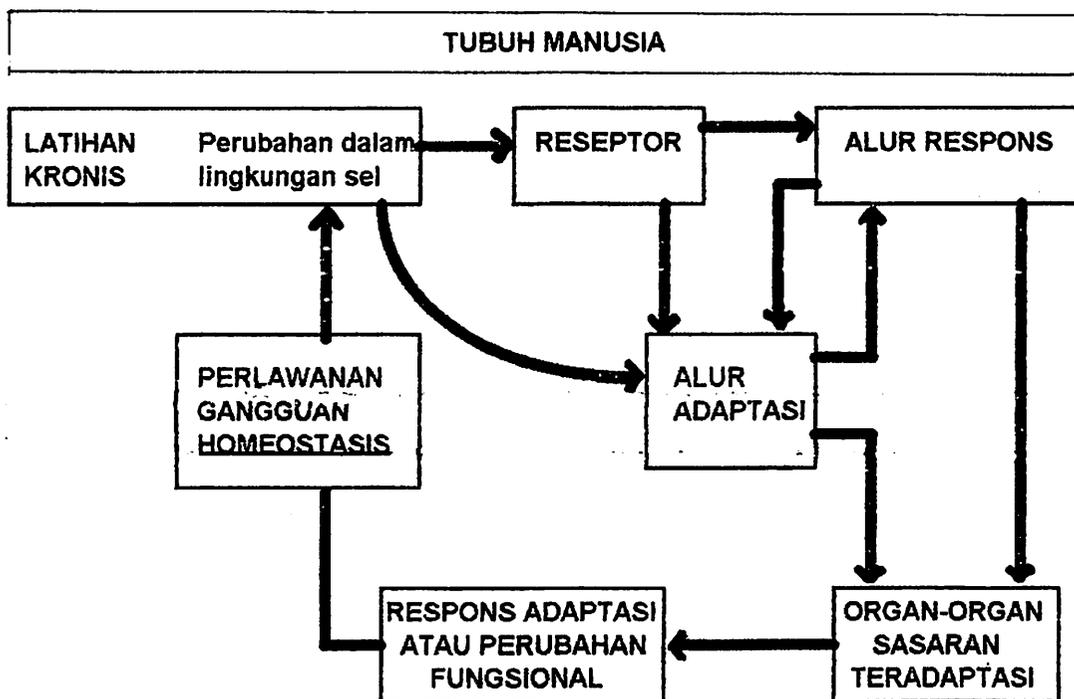
Tabel 2.2 Pengaruh Latihan Aerobik dan Anaerobik
(Diadaptasi dari Wilmore dan Costill, 1994)

| Aerobik | Anaerobik |
|--|---|
| 1. jenis otot lambat | 1. adaptasi dalam sistem energi ATP-PC |
| 2. jumlah kapiler otot meningkat | 2. adaptasi terhadap sistem glikolisis |
| 3. jumlah dan ukuran (fungsi) mitokondria meningkat | 3. meningkatnya efisiensi gerak |
| 4. meningkatnya aktivitas enzim-enzim oksidatif | 4. energi aerobik juga meningkat |
| 5. lebih efisien dalam penggunaan lemak sebagai sumber energi bagi aktivitas yang memungkinkan glikogen otot dan hati digunakan pada kecepatan yang lebih lambat | 5. meningkatnya kapasitas toleransi asam laktat |

setelah latihan yang secara nyata memungkinkan tubuh merespons secara lebih mudah suatu latihan tunggal berikutnya (Lamb, 1984). Meningkatnya kapasitas fungsional atlet disebabkan oleh beban latihan dan/atau penyesuaian tubuh terhadap kondisi lingkungan tertentu. Adaptasi tidak hanya dilihat dari meningkatnya status kekuatan dan kecepatan seseorang, tetapi mempengaruhi kemampuan untuk penggalan yang lebih dalam pada cadangan penampilan (Dick, 1995).

Adaptasi merupakan jumlah transformasi yang diperoleh dari perulangan latihan yang sistematis. Perubahan struktur dan fisiologis merupakan hasil dari tuntutan khusus terhadap tubuh melalui aktivitas fisik yang mengikuti dan tergantung pada volume, intensitas, kepadatan dan frekuensi latihan. Aplikasi dosis latihan yang tepat dari suatu proses latihan yang sistematis menghasilkan perubahan positif sebagai pertanda membaiknya adaptasi organisme (Bompa, 1994).

Proses adaptasi merupakan hasil interaksi yang benar antara kerja dengan pemulihan (Harre, 1982), atau hasil dari perubahan konstan antara peransangan dan kompensasi (Bompa, 1994). Interaksi ini dapat dilihat ketika individu dipaparkan serangkaian ransang yang mengganggu keadaan biologis normalnya. Pemaparan serangkaian ransang ini menghasilkan kelelahan umum dan konsentrasi asam laktat yang tinggi dalam darah dan otot. Pada akhir sesi latihan, individu memerlukan tingkat kelelahan yang tepat yang secara temporal menurunkan kapasitas fungsional organisme. Penurunan kasar dari kurva homeostasis (lihat gambar 2.2.B) menggambarkan pencapaian kelelahan yang cepat. Setelah selesai latihan dan sebelum sesi latihan berikutnya, terdapat suatu fase kompensasi dimana sumber biokimia energi terisi kembali.



Gambar 2.5. Skema umum adaptasi fisiologis terhadap latihan
(Diadaptasi dari Lamb, 1984:15)

Kecenderungan bagi organisme hidup untuk mempertahankan lingkungan internal yang stabil bagi selnya disebut *homeostasis* (Lamb, 1984; Tortora dan Grabowski, 1993). Dalam keadaan demikian, tubuh manusia dengan aman mengatur suhu, keasaman, oksigen, glukosa, natrium klorida dan karakteristik tubuh lainnya. Cara paling penting yang digunakan oleh tubuh untuk mempertahankan homeostasis adalah “regulasi umpan balik negatif” (Lamb, 1984; Fox, 1993; Wilmore dan Costill, 1994). Kebanyakan respons dan adaptasi fisiologis terhadap latihan merupakan pengaturan umpan balik negatif yang dirancang secara tepat untuk membantu tubuh mengurangi berubahnya homeostasis selama latihan (Lamb, 1984).

Pola umum respons fisiologis terhadap latihan dilukiskan oleh Lamb (1984) sebagai berikut: Suatu rangsang menyebabkan gangguan homeostasis, dalam hal ini adalah berubahnya lingkungan fisik atau lingkungan biokimia sel. Latihan menyebabkan meningkatnya suhu tubuh, meningkatnya keasaman darah, menurunnya kandungan oksigen cairan tubuh, serta meningkatnya karbon dioksida. Perubahan lingkungan internal tubuh ini diindera oleh reseptor yang selanjutnya merangsang alur respons yang kompleks. Alur ini dapat menyebabkan berubahnya aktivitas saraf (alur neural), berubahnya hormon (alur hormonal), atau merubah segala sesuatu organ dalam apa saja (alur intrinsik). Melalui alur respons, suatu sinyal dihantarkan ke organ-organ itu yang pada gilirannya merubah fungsinya untuk menghasilkan respons terhadap latihan (lihat gambar 2.5).

2.3 Karbohidrat

2.3.1 Susunan karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa kimia yang tersusun dari unsur karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) yang membentuk rumus kimia $C_x(H_2O)_y$ (Kent, 1994).

Berdasarkan unsur penyusun gulanya, karbohidrat dibedakan menjadi monosakarida, oligosakarida dan polisakarida. *Monosakarida* ($C_6H_{12}O_6$) terdiri atas satu gugusan gula atau gula paling sederhana yang terdiri dari molekul tunggal. Menurut jumlah atom karbon yang dimiliki, monosakarida dibagi menjadi triosa (3 karbon), tetrosa (4 karbon), pentosa (5 karbon) dan heksosa (6 karbon). Yang terakhir ini merupakan gula yang terpenting dalam wujud glukosa, galaktosa dan fruktosa. *Oligosakarida* terdiri atas disakarida ($C_{12}H_{22}O_{11}$), trisakarida ($C_{18}H_{32}O_{16}$) dan tetrasakarida ($C_{24}H_{42}O_{21}$). Dengan demikian kelompok oligosakarida termasuk gula yang mengandung 2 sampai 10 molekul gula sederhana. Yang termasuk oligosakarida adalah sukrosa dan maltosa (disakarida), ubi dan madu (trisakarida), dan kacang polong (tetrasakarida). *Polisakarida* terdiri dari banyak gugusan gula sederhana, yang dapat dicerna (tepung /pati dan dekstrin), yang tidak dapat dicerna (selulosa, hemiselulosa dan pektin), tidak larut dalam air, umumnya tidak berasa atau berasa pahit (Mayes, 1985).

Glukosa adalah jenis karbohidrat yang termasuk dalam kelompok monosakarida yang mempunyai enam atom karbon. Glukosa dalam bentuknya yang jadi ditemukan dalam berbagai buah-buahan, jagung manis, sejumlah umbi-umbian dan madu. Selain dari sumber tersebut, glukosa merupakan hasil cernaan pati menjadi dekstrin kemudian menjadi maltosa (dua molekul gula) yang diurai oleh bantuan enzim. Glukosa

merupakan gula yang paling penting dalam metabolisme tubuh, dikenal sebagai glukosa (gula fisiologis) (Mayes, 1985).

2.3.2 Fungsi karbohidrat

Karbohidrat merupakan bahan bakar utama metabolisme untuk menghasilkan ATP. Karbohidrat yang digunakan dalam metabolisme untuk pembentukan kembali ATP adalah glukosa darah dan glikogen otot. Setiap gram karbohidrat menghasilkan sekitar 4 kalori energi (Fox, 1993).

Karbohidrat dalam tubuh berfungsi sebagai sumber energi pokok, terutama selama kerja dengan intensitas tinggi. Keberadaan karbohidrat membantu meregulasi metabolisme lemak dan protein. Sistem syaraf juga tergantung secara eksklusif pada karbohidrat untuk energi. Karbohidrat menyediakan cadangan energi siap pakai dalam bentuk glikogen (Wilmore dan Costill, 1994).

2.3.3 Metabolisme karbohidrat

Karbohidrat sederhana (glukosa atau fruktosa) diserap dari sistem pencernaan dengan cepat. Penyerapan glukosa dengan cepat ini menyebabkan kadar glukosa darah meningkat. Insulin selanjutnya membantu menggerakkan glukosa dari darah ke dalam sel. Karbohidrat kompleks memerlukan waktu lebih lama untuk memecahkannya secara sempurna, sehingga jenis karbohidrat ini lebih lambat dan lebih sedikit dalam meningkatkan glukosa darah (Wilmore dan Costill, 1994).

Hasil akhir pencernaan karbohidrat dalam saluran pencernaan hampir selalu dalam bentuk glukosa dalam jumlah yang besar (80%), dan sisanya fruktosa dan

galaktosa. Setelah penyerapan dari saluran pencernaan, sebagian fruktosa dan hampir semua galaktosa segera diubah menjadi glukosa. Glukosa kemudian menjadi jalan akhir untuk memudahkan pengangkutan hampir seluruh karbohidrat ke dalam sel jaringan (Guyton dan Hall, 1996).

Sebelum glukosa dipakai oleh sel, harus diangkut melalui membran sel ke dalam sitoplasma sel. Glukosa tidak dapat berdifusi melalui pori-pori sel membran, namun demikian, glukosa diangkut melalui membran oleh mekanisme difusi fasilitas (Guyton dan Hall, 1996).

Transpor beberapa gula dipengaruhi oleh jumlah ion natrium dalam lumen usus, konsentrasi ion natrium yang tinggi pada permukaan mukosa sel mempermudah, sedangkan konsentrasi rendah menghambat pemasukan gula ke dalam sel epitel. Glukosa dan ion natrium memiliki molekul pengemban yang sama. Ion natrium intraseluler adalah rendah dan bergerak ke dalam sel mengikuti selisih konsentrasi (Garong, 1995).

Dalam tubuh, karbohidrat disimpan sebagai rantai unit-unit glukosa yang panjang dalam hati dan otot yang disebut glikogen. Kadar glukosa darah diatur terutama oleh simpanan glikogen dalam hati. Ketika glukosa darah rendah, glikogen dari hati dipecah menjadi glukosa melalui proses *glucogenolysis* dan memasuki aliran darah. Dari aliran darah ini, glukosa diangkut ke otot skelet dan organ-organ lain yang memerlukan glukosa untuk metabolisme. Sebaliknya, jika kadar glukosa darah tinggi, glukosa darah diambil oleh jaringan dengan bantuan suatu hormon yang disebut insulin. Jika diambil oleh hati, glukosa dapat digunakan untuk metabolisme atau dirubah menjadi glikogen melalui proses *glycogenesis* (Brooks dan Fahey, 1984; Fox,

1993; Guyton dan Hall, 1996). Penderita *diabetes mellitus* ditandai dengan rendahnya produksi insulin yang disebabkan oleh sistem kekebalan tubuh, meningkatnya kerentanan sel beta terhadap virus, dan degenerasi sel beta (Wilmore dan Costill, 1994).

Simpanan glikogen otot digunakan secara langsung oleh otot untuk metabolisme. Simpanan glikogen otot ini tidak dapat digunakan secara langsung untuk mempertahankan kadar glukosa darah. Ketika glikolisis anaerobik terjadi dalam otot, sebagian asam laktat yang terbentuk berdifusi ke dalam darah dan selanjutnya dibawa ke hati dimana asam laktat menjadi glukosa. Selanjutnya dibuang kembali ke dalam darah sebagai glukosa dan digunakan oleh hati sebagai bahan bakar metabolik, serta diubah menjadi glikogen dan disimpan sebagai glikogen hati melalui proses *Cori cycle* (Fox, 1993; Guyton dan Hall, 1996).

2.3.4 Karbohidrat dan latihan

Selama latihan, sejumlah rangsang metabolik dan hormonal akan menuntun ke arah meningkatnya pengambilan glukosa darah oleh otot yang bekerja untuk mengantarkan energi agar otot dapat berkontraksi. Untuk menghindarkan kadar glukosa menurun pada kadar yang rendah, hati akan dirangsang pada saat yang sama untuk memasok glukosa, terutama dari hati dan sebagian kecil dari *gluconeogenesis* ke aliran darah (Saltin, 1986).

Kecepatan dimana glikogen otot digunakan untuk menghasilkan energi yang diperlukan untuk kontraksi otot tergantung pada keadaan latihan, intensitas dan lamanya aktivitas. Selama aktivitas latihan intensitas menengah, tubuh di bawah

pengaruh metabolik, mekanisme hormon dan syaraf, secara ekstra akan memobilisasi glukosa dari hati dan dari glikogen otot untuk mengantarkan energi. Pada saat yang sama mobilisasi asam lemak akan meningkat hingga keadaan menetap metabolik telah dicapai setelah mendekati 20 menit. Rasio pasokan energi dari karbohidrat dan lemak menjadi seimbang (Brouns, 1993).

Pada intensitas yang lebih tinggi, tubuh akan mulai menggunakan lebih banyak karbohidrat. Ini berarti selama aktivitas olahraga yang sangat intensif, karbohidrat akan menjadi bahan bakar yang paling penting (Costill, 1990). Rasio karbohidrat - lemak pada intensitas kerja ini menjadi 90 : 10%. Alasan bergesernya penggunaan karbohidrat yang dominan ini adalah jumlah energi yang dihasilkan oleh karbohidrat per unit waktu lebih tinggi dibandingkan dengan dari lemak (Maughan, 1990).

Oleh karena pengosongan glikogen merupakan penyebab utama terjadinya kelelahan pada aktivitas yang berlangsung lebih dari satu jam, menjadi bahan pertimbangan dalam memikirkan suatu usaha untuk meningkatkan prestasi atlet melalui *nutritional ergogenics* melalui suatu manipulasi diet dan suplementasi. Diantara *nutritional ergogenics* pada bahan makanan karbohidrat ini, yang dikenal adalah *glycogen loading* dan suplementasi karbohidrat cair (Fox, 1993; Wilmore dan Costill, 1994).

2.4 Natrium Klorida

2.4.1 Susunan natrium klorida

Kata natrium, sodium, dan garam (*salt*) dalam berbagai literatur dan oleh beberapa ahli sering digunakan secara bergantian untuk maksud yang sama. Demikian

pula natrium-klorida dan sodium-klorida yang diberi simbol NaCl, serta kata mineral dan elektrolit.

Sodium adalah sebuah elemen metalik yang merupakan unsur pokok tubuh manusia. Sodium merupakan kation dan klorida adalah anion, keduanya berlimpah dalam cairan ekstraseluler dan memainkan peranan penting dalam keseimbangan air. Sodium bikarbonat adalah garam sodium yang menetralkan asam, digunakan dalam bentuk tablet sebagai ergogenik dengan harapan bahwa tablet itu akan menambah cadangan alkaline melawan asam laktat untuk menunda kelelahan. Sodium-klorida (atau garam umum) merupakan garam dari sodium. Garam (*salt*) adalah senyawa kimia yang terbentuk bila hidrogen suatu asam telah diganti dengan metal. Garam dihasilkan, bersama dengan air, ketika asam bereaksi dengan basa (Kent, 1994). Sodium dan klorida merupakan elektrolit yaitu senyawa mineral yang dapat terurai dalam air yang dapat mengkonduksi arus listrik dalam tubuh (Kent, 1994; Wilmore dan Costill, 1994).

Ion-ion natrium dan klorida dalam jumlah yang banyak terdapat dalam cairan interstisial dan plasma darah dan hanya sedikit dalam cairan intraseluler. Ketika tubuh mengeluarkan keringat, natrium dan klorida juga merupakan ion predominan yang terdapat dalam keringat itu (Wilmore dan Costill, 1994; Guyton dan Hall, 1996).

Garam banyak terdapat dalam bahan makanan seperti daging, ikan, ayam, biji padi-padian dan kacang-kacangan.

2.4.2 Fungsi natrium klorida

Natrium umumnya terdapat dalam bentuk NaCl. Natrium dan klorida merupakan elektrolit ekstraseluler yang utama, berperan dalam osmoregulasi dan

keseimbangan air, serta dalam fungsi syaraf dan otot. Setiap orang yang aktif memerlukan garam. Garam membantu tubuh untuk menahan air. Garam berperan dalam setiap proses kimia tubuh, seperti proses pembentukan sel, produksi energi dan peredaran darah (Mirkin dan Hoffman, 1983; Muchtadi, 1993; Wilmore dan Costill, 1994).

2.4.3 Penyerapan natrium dan klorida

Transport senyawa glukosa-natrium klorida melintasi membran usus sangat cepat dan merangsang penyerapan air yang disebabkan oleh tekanan osmotik larutan itu (Maughan, 1991; Gisolfi, 1992). Penambahan sedikit natrium klorida dalam cairan karbohidrat tidak menunda pengosongan lambung dan memperbaiki penyerapan dibandingkan dengan air biasa (Brouns, 1993).

Natrium berdifusi masuk atau keluar usus halus tergantung pada kepekatannya. Selain itu, natrium secara aktif keluar lumen usus halus dan kolon. Dalam ileum dan jejunum pengangkutan natrium dipermudah oleh aldosteron. Dalam usus halus, transport aktif natrium (Na^+) penting untuk absorpsi glukosa, asam amino dan zat-zat lain. Sebaliknya, adanya glukosa dalam lumen usus mempermudah absorpsi Na^+ ini. Dalam ileum dan kolon, Cl^- secara aktif diabsorpsi dengan ditukar 1 Cl^- dengan 1 CHO_3 . Hal ini membuat usus lebih alkali (Ganong, 1995).

2.4.4 Latihan dan suplemen natrium klorida

Ketika melakukan aktivitas yang berlangsung lama dan pada cuaca panas, tubuh mengeluarkan banyak keringat yang mengandung elektrolit. Elektrolit yang terdapat

dalam keringat adalah natrium dan klorida dalam jumlah yang besar, dan kalsium, potassium dan magnesium dalam jumlah yang kecil. Konsentrasi elektrolit keringat lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi elektrolit dalam darah. Konsentrasi natrium dan klorida kira-kira sepertiga yang terdapat dalam plasma dan lima kali lipat yang terdapat dalam otot (Brouns, 1993; Wilmore dan Costill, 1994). Rasio konsentrasi elektrolit (natrium, klorida, kalium dan magnesium) yang terdapat dalam keringat, plasma dan otot setelah berlatih dua jam pada cuaca panas ditunjukkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Konsentrasi dan osmolalitas elektrolit dalam keringat, plasma dan otot setelah berlatih dua jam dalam cuaca panas (diadaptasi dari Wilmore dan Costill, 1994)

| Tempat | Elektrolit (mEq·L ⁻¹) | | | | Osmolalitas (mOsm·L ⁻¹) |
|----------|-----------------------------------|-----------------|----------------|------------------|-------------------------------------|
| | Na ⁺ | Cl ⁻ | K ⁺ | Mg ⁺⁺ | |
| Keringat | 40 - 60 | 30 - 50 | 4 - 6 | 1.5 - 5 | 80 - 185 |
| Plasma | 140 | 101 | 4 | 1.5 | 295 |
| Otot | 9 | 6 | 162 | 31 | 295 |

Keseimbangan air dalam tubuh diatur oleh hormon-hormon dan elektrolit khususnya sodium dan klorida (Brouns, 1993). Ketika tubuh mengalami dehidrasi, volume plasma berkurang. Pemberian larutan sodium klorida isotonik atau hipotonik, selain meningkatkan volume plasma, keseimbangan antara cairan ekstraseluler dan cairan intraseluler juga tetap terjaga.

Mengonsumsi natrium dalam bentuk tablet garam selama latihan tidak dianjurkan, oleh karena melampaui kebutuhan garam. Garam sudah cukup tersedia

dalam bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari. Jika pengambilan garam dalam darah meningkat, lebih banyak air yang akan keluar dari sel untuk melarutkannya dan untuk menjaga keseimbangan kimia sehingga meningkatkan volume plasma. Meningkatnya volume plasma menyebabkan peningkatan tekanan darah (Muchtadi, 1993).

Kekurangan garam menyebabkan kekurangan air, kejang otot, dan tidak dapat berlatih secara efektif. Kadar garam yang rendah mengganggu setiap proses kimia dalam tubuh, seperti pembentukan sel, produksi energi dan peredaran darah (Mirkin dan Hoffman, 1983).

2.5 Cairan Tubuh

Air merupakan substansi dasar untuk semua proses metabolik dalam tubuh manusia. Air memungkinkan pengangkutan zat-zat yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produksi energi melalui sirkulasi dan pertukaran bahan-bahan gizi dan produk metabolik antara organ-organ dan *external milieu* (Brouns, 1993). Tubuh merupakan "lautan" air dengan berbagai substansi yang dilarutkan dan bergantung pada air itu. Jumlah air dalam tubuh manusia dengan berat badan 70 kilogram adalah sekitar 40 liter atau kurang lebih 60% dari berat badan keseluruhan. Cairan dalam sel disebut cairan intraseluler dan yang berada di luar sel disebut cairan ekstraseluler. Cairan tubuh dalam bentuk darah sekitar lima liter, tiga liter terdapat dalam plasma dan sisanya dua liter dalam sel darah merah (Ganong, 1995; Guyton dan Hall, 1996).

Cairan ekstraseluler terdiri dari plasma darah dan cairan interstisial yang mengandung ion-ion natrium dan klorida dalam jumlah yang banyak, ion bikarbonat

agak banyak, namun hanya sedikit saja kalium, kalsium, magnesium, fosfat, sulfat dan ion-ion asam anorganik. Plasma darah mengandung sejumlah besar protein, sedangkan cairan interstisial hanya sedikit. Cairan ekstraseluler disebut juga sebagai *milieu interior* tubuh. Cairan intraseluler hanya mengandung sedikit ion natrium dan ion klorida dan hampir tidak ada ion kalsium, namun berisi sejumlah besar kalium dan fosfat, dan sejumlah sedang ion sulfat dan magnesium (Guyton dan Hall, 1996).

Hal yang penting dalam cairan tubuh ini berkenaan dengan aktivitas olahraga adalah berkurangnya cairan tubuh (dehidrasi) dan faktor-faktor osmotik yang menyebabkan pergeseran atau perpindahan cairan antara kompartemen intraseluler dan ekstraseluler.

2.5.1 Tekanan osmotik

Osmosis adalah pergerakan air atau larutan lainnya dari potensial air yang tinggi ke rendah melalui membran semi-permeabel. Tekanan yang diperlukan untuk mencegah pergerakan osmosis air atau larutan lainnya melalui membran semi-permeable disebut tekanan osmotik. Osmolalitas adalah ukuran kepekatan suatu larutan yang dinyatakan dalam satuan osmol per kilogram air (Kent, 1994).

Timbulnya tekanan osmotik di sisi membran yang berisi air murni digunakan untuk menggerakkan molekul-molekul air melewati membran bila larutan yang ada di kedua sisi membran tidak dalam keseimbangan osmotik. Bila osmolalitas cairan ekstraseluler lebih kecil dari osmolalitas cairan intraseluler, akan segera terjadi osmosis air ke dalam sel yang menyebabkan sel membengkak dan mengencerkan cairan intraseluler sedangkan cairan ekstraseluler dipertatkan. Bila cairan dalam sel menjadi

encer sebanding dengan konsentrasi osmol cairan ekstraseluler, maka proses osmosis akan berhenti. Keadaan sebaliknya terjadi bila osmolalitas cairan ekstraseluler lebih besar dari cairan intraseluler (Fox, 1993; Guyton dan Hall, 1996).

Dalam keadaan tubuh berkeringat atau ketika mengeluarkan urine, air akan meninggalkan kompartemen cairan ekstraseluler dan melalui proses osmosis air akan keluar dari ruang intraseluler masuk kedalam ruang ekstraseluler sehingga osmolalitas antara satu dengan lainnya tetap sama.

2.5.2 Dehidrasi

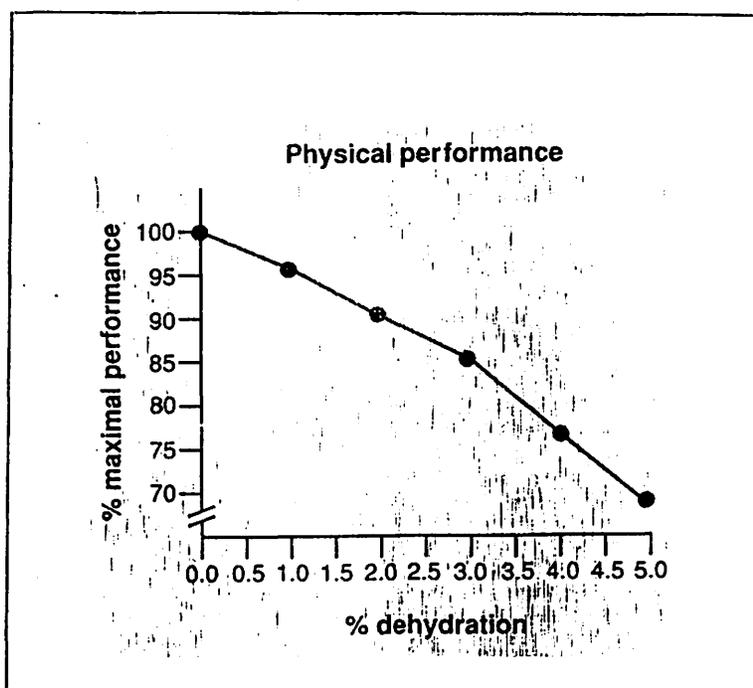
Dehidrasi adalah hilangnya atau berkurangnya cairan tubuh (Kent, 1994; Wilmore dan Costill, 1994), atau suatu kondisi yang dihasilkan dari hilangnya cairan tubuh secara berlebihan (Fox, 1993).

Ketika suhu tubuh meningkat akibat melakukan suatu aktivitas atau ketika berlatih pada udara yang panas, keringat meningkat untuk mencegah panas yang berlebihan. Pada saat yang sama tubuh memproduksi air dari meningkatnya metabolisme, namun demikian jumlah air hasil metabolisme karbohidrat ini sepuluh kali lipat lebih kecil dari angka keringat. Jumlah cairan tubuh yang hilang selama aktivitas berat adalah dua sampai tiga liter per jam (Brouns, 1993; Wilmore dan Costill, 1994).

Pada aktivitas fisik dan olahraga yang berlangsung lama, tubuh banyak mengeluarkan keringat, sehingga terjadi kekurangan cairan. Kekurangan cairan tubuh sehubungan dengan banyaknya keringat yang keluar akan menimbulkan kekeringan pada tubuh dan pada saat yang sama tubuh kehilangan banyak elektrolit yang keluar bersama keringat. Berkurangnya natrium dan kalium dalam tubuh mengakibatkan

turunnya osmolalitas cairan ekstrasehuler, suhu tubuh meningkat sehubungan dengan terganggunya sistem regulasi dan otot menjadi lemah (Marsetyo, 1991).

Pada atlet cabang olahraga dayatahan sering dijumpai kasus hiponatremia, yaitu suatu kondisi dimana konsentrasi sodium darah di bawah normal rata-rata antara 136 sampai 143 mmol.L⁻¹. Gejala-gejala hiponatremia adalah lemah, disorientasi, *seizure* dan koma (Wilmore dan Costill, 1994).



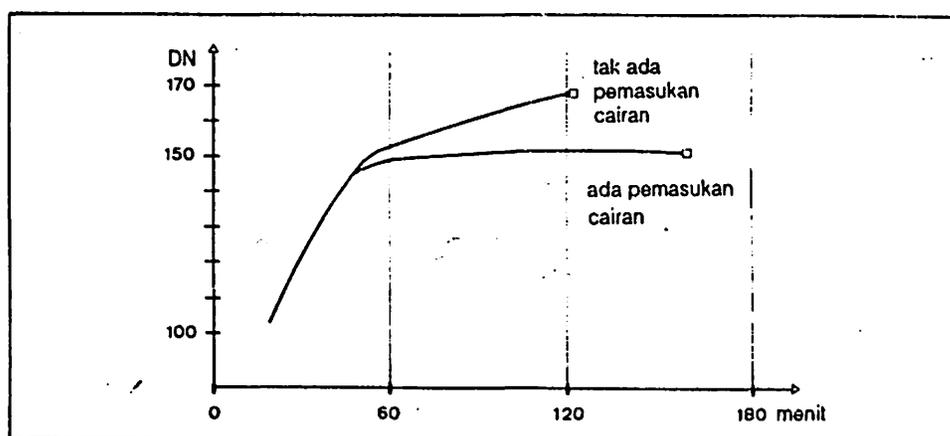
Gambar 2.6. Penurunan kemampuan akibat dehidrasi

(Wilmore dan Costill, 1994:365)

Pengaruh dehidrasi terhadap sistem kardiovaskuler dan sistem regulasi adalah konsumsi oksigen lebih rendah, menurunnya volume plasma yang menyebabkan tekanan darah menurun (Fox, 1993) yang pada gilirannya mengurangi aliran darah ke

otot dan kulit. Untuk mengatasi hal ini maka jantung berdenyut lebih sering (Nadel dalam Strauss, 1979; Janssen, 1989; Wilmore dan Costill, 1994).

Berkurangnya cairan tubuh 2% dari berat badan menuntun ke arah menurunnya 20% kapasitas kerja otot (Kent, 1994). Apabila cairan tubuh kurang dari 3% akan mengurangi penampilan seseorang, sedangkan kekurangan cairan tubuh antara 5 sampai 10% dapat berakibat serius, yaitu terjadinya kram otot dan mual-mual (Guyton dan Hall, 1996). Berkurangnya volume plasma dan menurunnya tekanan darah akibat tubuh kehilangan banyak cairan dapat menyebabkan pening bahkan pingsan (Zumerzhick, 1997).



Gambar 2.7. Pengaruh pemberian cairan pada denyut nadi (Janssen, 1989:38)

Untuk mempertahankan keseimbangan dan akibat dari kekurangan cairan tubuh, atlet yang berlatih dan banyak mengeluarkan keringat perlu minum yang cukup untuk membentuk kembali simpanan cairan tubuhnya. Hal yang berkaitan dengan

penggantian cairan tubuh ini adalah kandungan makanan cair atau minuman, kepekatan larutan dan proses pencernaan yang berkaitan dengan jumlah dan prosedur pemberian minuman.

2.6 Minuman dan Penggantian Cairan Tubuh

Pemberian cairan selama kerja akan membantu mempertahankan volume plasma, mencegah dehidrasi dan mengurangi *hyperthermia* (Murray, 1987; Gisolfi dan Duchman, 1992). Meminum air dalam jumlah yang cukup sebelum melakukan aktivitas yang lama dapat menunda dehidrasi dan mengurangi kenaikan suhu internal tubuh. Untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang, tak satupun yang lebih baik dibandingkan dengan air biasa (Boyle dan Zyla, 1992), namun demikian akhir-akhir ini banyak diproduksi minuman khusus untuk atlet khususnya pada olahraga yang bersifat dayatahan.

Cairan yang mengandung zat-zat gizi yang diperlukan selama melakukan aktivitas olahraga biasa juga disebut makanan cair. Makanan cair atau minuman merupakan pilihan yang tepat untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang oleh karena praktis dan cepat dikonsumsi oleh atlet tanpa banyak mengalami kerugian waktu dalam mengkonsumsinya (Peters, 1992).

Banyak jenis minuman atau cairan yang dapat diminum untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang dan dapat memenuhi perasaan haus, tetapi minuman atau cairan yang diperlukan adalah yang menyediakan hidrasi tanpa membebani lambung terlalu lama (Fox, 1993). Minuman olahraga (*sport drink*) yang baik adalah yang

mengandung bahan bakar yang memadai untuk menghasilkan energi dan cukup untuk rehidrasi (Wilmore dan Costill, 1994).

2.6.1 Minuman berenergi

Minuman berenergi (*energy drink*) adalah minuman yang biasanya berisi glukosa yang secara khusus dirancang sebagai suplemen energi atau untuk menggantikan energi yang dipakai selama melakukan aktivitas (Kent, 1994). Telah disebutkan pada bagian terdahulu bahwa mengkonsumsi karbohidrat yang memadai penting untuk mempertahankan level energi atlet. Untuk alasan inilah industri minuman olahraga memusatkan pemikiran pada larutan karbohidrat.

Ada beberapa macam kemasan minuman karbohidrat. Yang membedakan antara satu dengan lainnya adalah komposisi larutan dan jenis karbohidrat (glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa galaktosa, dan laktosa) berkaitan dengan tingkat kecepatannya dikosongkan dari lambung.

2.6.2 Minuman elektrolit

Elektrolit adalah segala substansi (asam, garam dan basa) yang mempunyai ion-ion dan terurai dalam air dan dapat mengkonduksi arus listrik. Minuman elektrolit adalah minuman yang mengandung elektrolit (seperti sodium, potassium dan klorida) yang biasanya diminum untuk menggantikan garam yang hilang melalui keringat untuk mencegah kejang panas (Kent, 1994).

Ketika aktivitas fisik berlangsung, kandungan garam dari keringat cenderung menurun, dengan demikian akan menurunkan konsentrasi garam dalam tubuh.

Keringat mengandung sodium dan klorida dalam jumlah besar dan hanya sedikit potasium, kalsium dan magnesium (Wilmore dan Costill, 1994). Natrium dan klorida merupakan elektrolit yang paling penting dalam minuman untuk menggantikan garam (Kent, 1994).

2.6.3 Kekentalan larutan dan proses pencernaan

Berdasarkan konsentrasinya, larutan dibedakan menjadi isotonik, hipotonik dan hipertonik. Air akan berdifusi dari konsentrasi yang lebih tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah. Bila cairan pada bagian luar sebuah sel mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sisi bagian dalam sel, maka cairan itu akan berdifusi ke dalam sel (Fox, 1993). Suatu larutan dikatakan isotonik bila cairan itu dapat ditempati oleh sel tubuh yang normal tanpa menyebabkan peningkatan atau penciutan volume sel. Bila suatu larutan menyebabkan peningkatan volume sel, maka larutan itu dikatakan hipotonik. Jika larutan itu menyebabkan penciutan volume sel, maka larutan itu dikatakan hipertonik (Kent, 1994; Guyton dan Hall, 1996).

Cairan yang dianggap mendekati isotonik contohnya adalah larutan yang berisi 0,9 persen natrium klorida dan/atau larutan yang mengandung 5 persen glukosa. Larutan ini tidak mengacaukan keseimbangan osmotik antara cairan ekstraseluler dan cairan intraseluler. Bila suatu larutan natrium klorida isotonik ditambahkan dalam kompartemen cairan ekstraseluler, maka osmolalitas cairan ekstraseluler tidak akan berubah tetapi meningkatkan volume cairan ekstraseluler itu (Guyton dan Hall, 1996).

Komposisi cairan pengganti berkaitan dengan kecepatan pengosongan lambung. Terlalu banyak garam atau karbohidrat dalam larutan akan menyebabkan

larutan itu lambat dikosongkan dari lambung (Lamb, 1984). Kebanyakan hasil penelitian mengemukakan bahwa kandungan kalori dan kadar kepekatannya menentukan kecepatan pengosongan lambung dan penyerapannya dalam usus (Costill, 1990). Beberapa hasil penelitian menganjurkan bahwa minuman olahraga harus mempunyai sekitar 0.5 gram glukosa per 100 ml air agar cepat melintasi lambung (Wilmore dan Costill, 1994). Ini berarti jika meminum 200 ml air dapat dikonsumsi 20 gram glukosa per jam. Penelitian Maughan (1996) membuktikan bahwa larutan glukosa-elektrolit hipotonik yang diberikan setiap 10 menit selama latihan sedikit lebih tinggi pengaruhnya terhadap durasi kerja dibandingkan dengan larutan isotonik.

Meminum 400 ml larutan glukosa yang lemah (hipotonik) dikosongkan secara sempurna dari lambung dalam 20 menit, sedangkan larutan glukosa yang pekat dengan volume yang sama memerlukan waktu paling cepat 2 jam untuk pengosongan lambung (Wilmore dan Costill, 1994). Penelitian Anantaraman (1995) memperlihatkan bahwa suplemen glukosa 30 gram dalam 10 persen larutan yang diberikan sebelum latihan efektif dalam mempertahankan *power output*.

Penelitian terhadap minuman yang berisi larutan maltodextrin (rantai kompleks glukosa) menunjukkan bahwa setiap 5 gram per 100 mililiter larutan dikosongkan dari lambung lebih cepat dibandingkan dengan larutan glukosa yang sama kepekatannya. Larutan fruktosa juga meninggalkan lambung lebih cepat dibandingkan dengan karbohidrat lain. Larutan fruktosa murni yang diberikan pada konsentrasi di bawah 200 mmol L⁻¹ menyebabkan sedikit atau tidak sama sekali memperlambat pengosongan lambung (Wilmore dan Costill, 1994).

Faktor penting berkaitan dengan pemilihan jenis minuman yang mengandung karbohidrat. selain faktor kekentalannya adalah jenis karbohidrat itu sendiri. Kebanyakan minuman komersil mengandung glukosa, sukrosa, fruktosa, sirup jagung tinggi fruktosa dan maltodextrin. Pada umumnya larutan karbohidrat lebih lambat dikosongkan dari lambung dibandingkan dengan salah satu dari air atau larutan garam yang hipotonik (Neufer, 1986). Pada minuman elektrolit, yang paling penting adalah natrium dan klorida. Suplemen elektrolit diperlukan dalam jumlah kecil untuk membantu penguraian karbohidrat dan penyerapan cairan, serta untuk memberi rasa nikmat pada cairan itu (Murray, 1987; Gisolfi dan Duchman, 1992).

Jumlah cairan pengganti juga berkaitan dengan banyaknya cairan yang hilang selama aktivitas. Dalam keadaan kerja berat pada cuaca panas, evaporasi keringat dan respirasi menyebabkan cairan tubuh hilang sebanyak 2 - 3% dari berat badan. *The American College of Sports Medicine* menganjurkan pada atlet-atlet yang berlomba lebih dari 16 kilometer minum 400 - 500 mililiter cairan akua (*aqueous dilute*) 10 - 15 menit sebelum berlomba (Smith dalam Strauss, 1979). Seorang atlet *endurance* perlu meminum 625 - 833 ml air setiap jam, namun kebanyakan hanya dapat meminum 270 - 450 ml per jam selama latihan (Wilmore dan Costill, 1994).

2.6.4 Prosedur pemberian minuman

Kecepatan pengosongan lambung sehubungan dengan kandungan kalori dan kadar konsentrasi minuman berkaitan dengan prosedur pemberian minuman itu. Pelari yang mengkonsumsi larutan glukosa dalam jumlah besar selama berlangsungnya perlombaan mengeluhkan lambatnya pengosongan lambung dan tidak mampu

menkonsumsi cairan itu beberapa menit setelah diminum (Costill, Kammer dan Fisher, 1970; Costill dan Saltin, 1974). Larutan yang terlalu banyak mengandung glukosa dan/atau mineral per volume air dikosongkan dengan lambat dari lambung selama latihan berlangsung, sehingga jika glukosa atau garam yang dilarutkan dalam air untuk diminum selama aktivitas berlangsung harus diberikan secara bertahap (Lamb, 1984).

Pemberian minuman dapat diberikan sebelum, selama dan setelah berlangsungnya aktivitas, tergantung jenis cairan yang diminum. Meminum air sebelum aktivitas berlatih yang lama dapat menunda dehidrasi dan mengurangi peningkatan suhu internal tubuh (Boyle dan Zyla, 1992).

Pemberian cairan glukosa sebelum latihan perlu dipertimbangkan jarak waktunya. Larutan glukosa yang diberikan 0 - 15 menit sebelum latihan selama satu jam atau kurang dari satu jam akan memperbaiki penampilan (Gisolfi dan Duchman, 1992). Meminum cairan glukosa 50-75 gram (200-300 kalori) 30 - 45 menit sebelum latihan mengurangi dayatahan karena terjadi hipoglikemia dan pengosongan glikogen otot menjadi lebih cepat yang disebabkan oleh respon insulin darah. Pemberian larutan karbohidrat 5 menit menjelang latihan tidak menyebabkan kadar glukosa darah menurun (Fox, Bowers dan Foss, 1993).

2.7 Kapasitas Kerja Maksimal

Untuk dapat menyelesaikan tuntutan tugas yang pasti dalam suatu pertandingan atau perlombaan yang memerlukan pengerahan tenaga yang tinggi, maka seorang atlet harus memiliki kemampuan fisik yang prima. Salah satu parameter kinerja fisik ini adalah kapasitas kerja maksimal.

2.7.1 Pengertian kapasitas kerja maksimal

Ditinjau dari konsep metabolisme, komponen fisik terdiri dari daya aerobik dan daya anaerobik. Kapasitas kerja maksimal (*maximal work capacity*) merupakan gabungan daya aerobik maksimal dengan daya anaerobik maksimal. Pada saat melakukan pengerahan tenaga maksimal yaitu pada aktivitas fisik yang berlangsung lama dengan intensitas tinggi, energi yang dihasilkan melalui sistem aerobik dan sistem anaerobik. Energi yang dikeluarkan per satuan waktu merupakan energi maksimal. Pengerahan tenaga maksimal ini disebut produksi energi maksimal (*maximal energy output*) (Burke, 1980). Untuk mengembangkan kapasitas kerja maksimal, maka porsi latihan untuk kedua sistem (aerobik dan anaerobik) tersebut tergantung pada intensitas latihannya (McArdle, 1986; Wilmore dan Costill, 1994).

Besarnya pasokan energi yang berasal dari sistem aerobik pada saat pengerahan tenaga maksimal disebut dengan daya aerobik maksimal (Astrand dan Rodahl, 1986). Daya aerobik maksimal biasa juga disebut VO_{2max} yaitu konsumsi oksigen per satuan waktu pada saat tubuh melakukan pengerahan tenaga secara maksimal (Janssen, 1989; Rushall, 1990).

Daya aerobik maksimal (*maximal oxygen uptake*) adalah kemampuan maksimal dari seseorang untuk menghirup udara, mengangkut oksigen dan menggunakannya melalui alveoli dan jaringan otot yang sedang bekerja (Green dan Patla, 1992). Daya aerobik maksimal merupakan standar terbaik dimana batas kemampuan manusia untuk tampil dalam pertandingan atau perlombaan maupun dalam latihan yang berlangsung lama. Dalam keadaan istirahat, ambilan oksigen antara orang terlatih dengan yang tidak

terlatih sama, tetapi orang yang terlatih paling sedikit dua kali lipat lebih tinggi dari pada orang yang tidak terlatih selama aktivitas yang berlangsung lama (Sutton, 1992).

2.7.2 Kapasitas kerja maksimal sebagai parameter fisiologis

Parameter fisiologis merupakan hal yang penting dalam mengevaluasi suatu program latihan seorang atlet (Burke, 1980). Pemilihan parameter fisiologis tergantung atau disesuaikan dengan tuntutan kualitas fisik suatu cabang olahraga. Kapasitas kerja maksimal merupakan salah satu parameter fisiologis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi fisik seorang atlet pada suatu cabang olahraga yang menuntut pengerahan tenaga maksimal dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi fisik seorang atlet (Fox, 1993). Pengukuran terhadap kapasitas kerja maksimal seorang atlet perlu dilakukan karena dengan mengetahui kemampuan kerja maksimal itu akan memberi kemudahan kepada pelatih untuk menentukan dosis latihan yang harus diberikan kepada atlet tersebut.

Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur dapat memberikan penyesuaian terhadap tubuh yang akan mengurangi gangguan terhadap *milieu interior* sel dan meminimalkan kelelahan, sehingga dapat menaikkan kinerja dan mengurangi penggunaan tenaga yang berlebihan selama aktivitas berlangsung (Astrand, 1992).

2.7.3 Faktor-faktor yang menentukan kapasitas kerja maksimal

Pengerahan tenaga pada aktivitas dengan intensitas yang tinggi hanya dapat dipertahankan dalam suatu kerja yang berjangka waktu hanya beberapa menit saja. Lamanya durasi kerja ini, selain ditentukan oleh daya aerobik, juga ditentukan oleh

daya anaerobiik seseorang. Bila daya anaerobik seorang atlet rendah, maka kemampuan mempertahankan kinerja yang tinggi hanya berlangsung singkat.

Uraian ini memperlihatkan bahwa kapasitas kerja maksimal ditentukan oleh daya aerobik maksimal dan daya anaerobik maksimal.

a. Kapasitas aerobik maksimal

Dalam literatur *sports medicine* dijumpai istilah-istilah yang berbeda untuk menunjukkan kapasitas aerobik maksimal; yaitu: *aerobic work capacity*, *maximal aerobic power*, *endurance capacity*, *maximal oxygen consumption*, *maximum voluntary oxygen consumption*, *peak aerobic power*, dan *VO₂max*. Menurut Kent (1994) kapasitas aerobik maksimal atau *VO₂max* adalah jumlah maksimal oksigen yang seseorang dapat hirup dari udara untuk kemudian mengangkut dan menggunakannya dalam jaringan. Volume oksigen maksimal merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang prestasi atlet, terutama pada cabang olahraga yang termasuk dayatahan (Margaria, 1996). Besarnya daya aerobik maksimal ditentukan oleh faktor-faktor: a) fungsi jantung, paru dan pembuluh darah, b) proses penyampaian oksigen ke jaringan oleh eritrosit yang melibatkan fungsi jantung, volume darah dan jumlah sel darah merah dalam hal pengalihan darah dari jaringan yang tidak aktif ke otot yang aktif (Fox, 1993).

Kapasitas aerobik yang tinggi memungkinkan untuk melakukan pengulangan gerakan yang berat yang lebih lama dibanding bila kapasitas aerobik yang rendah. Untuk suatu aktivitas yang sama, maka kapasitas aerobik yang rendah akan menghasilkan kadar asam laktat yang tinggi, sedangkan pada kapasitas aerobik yang

tinggi menghasilkan kadar asam laktat yang rendah (Sjodin dan Svedenhag, 1994). Perbedaan individual pada kapasitas aerobik maksimal ini disebabkan oleh perbedaan aktivitas, garis keturunan, usia, jenis kelamin, dan sebagainya (Astrand dan Rodahl, 1986; Sjodin dan Svedenhag, 1994).

VO_2max sebagai ambilan oksigen maksimal selama kerja maksimal dinyatakan dalam liter per menit. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan bahwa para atlet yang berprestasi pada cabang olahraga yang memerlukan dayatahan tinggi pada umumnya mempunyai VO_2max yang tinggi atau *superior* yaitu di atas 50 ml/kg.BB/menit (Verducci, 1980), bahkan ditemukan 81,5 ml/kgBB/menit pada atlet juara (Sjodin dan Svedenhag, 1994).

Kapasitas aerobik merupakan suatu hal yang bersifat terdistribusikan yang bergantung pada interaksi transportasi dan metabolisme sebagai suatu sistem (Honig, 1992). Salah satu cara terbaik untuk menentukan keberhasilan dalam olahraga bersepeda yang diperlombakan adalah dengan mengetahui besarnya konsumsi oksigen maksimal (Tanaka, 1993).

Pengangkutan oksigen dalam darah sangat tergantung pada kemampuan sel darah merah (hemoglobin) dalam mengikat oksigen. Bilamana kadar *hemoglobin* turun dari 10 sampai 9 mMol/liter, maka darah hanya mampu mengangkut oksigen sebesar 10% lebih sedikit dari 20 ml oksigen/100 ml darah pada pria dan 16 ml oksigen/100 ml darah pada wanita. VO_2max selanjutnya juga turun sekitar 10% karena VO_2max juga tergantung pada kapasitas pengangkutan oksigen. Ketika pengangkutan oksigen menurun, maka kapasitas kerja juga mengalami penurunan (Janssen, 1989).

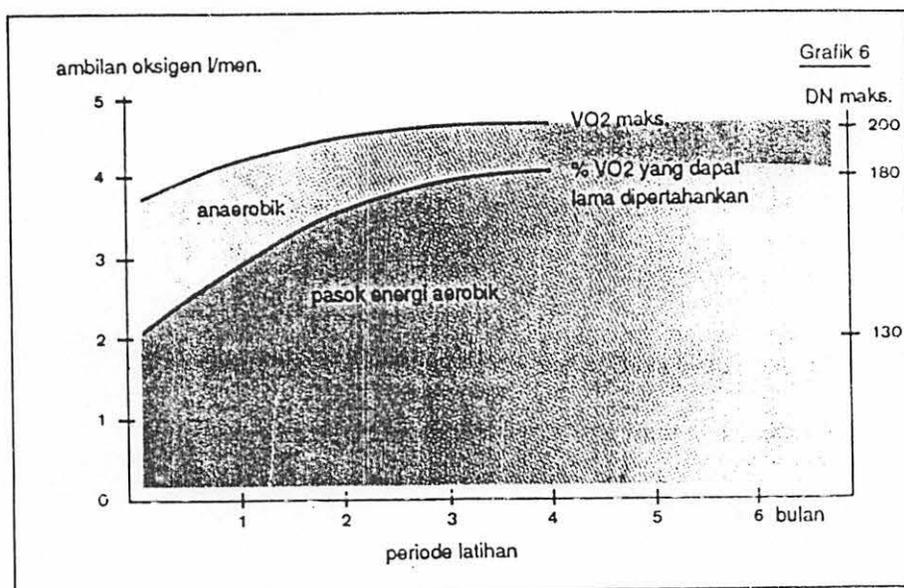
Kriteria pencapaian kapasitas aerobik maksimal yang diterapkan dalam pengukuran kapasitas aerobik maksimal itu adalah: a) terjadinya kelelahan, b) denyut nadi lebih besar dari 190 denyut per menit, c) *respiratory exchange ratio* (R) lebih besar dari 1, dan d) kadar asam laktat dalam darah melebihi 100 mg persen (Fox, 1993).

Salah satu kriteria yang menentukan pencapaian kapasitas aerobik maksimal adalah kemampuan transportasi oksigen ke dalam otot. Kemampuan pengangkutan oksigen melalui beberapa organ respirasi sangat penting artinya terhadap kapasitas kerja otot. Pasokan oksigen yang cukup bertujuan untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mitokondria dalam membentuk ATP sebagai sumber energi dalam aktivitas otot. Bila oksigen tidak memenuhi kebutuhan, maka pembentukan ATP melalui oksigen tidak dapat berlangsung. Pada akhirnya ATP yang diperlukan dalam aktivitas otot harus diproduksi melalui glikolisis anaerobik. Glikolisis anaerobik ini dapat menimbulkan peningkatan kadar asam laktat darah yang mengakibatkan terjadinya kelelahan yang begitu cepat (Fox, 1993).

b. Kapasitas anaerobik maksimal

Kapasitas anaerobik adalah kualitas yang memungkinkan seseorang mampu melaksanakan secara terus-menerus selama mungkin suatu kerja otot yang agak bersifat umum dalam kondisi anaerobik. Kapasitas anaerobik maksimal adalah jumlah total energi yang diperlukan melalui sistem energi anaerobik pada saat melakukan kerja dengan intensitas maksimal yang berlangsung cepat sampai terjadi kelelahan (Bouchard, 1990).

Pada aktivitas yang membutuhkan energi yang lebih besar, maka kebutuhan oksigen meningkat untuk memenuhi kebutuhan pembentukan energi yang bersifat oksidatif. Bila aktivitas dilakukan secara intensif maka pengambilan oksigen akan meningkat perlahan-lahan yang pada akhir tidak terjadi lagi peningkatan. Keadaan ini disebut seimbang (*steady state*), dimana pengambilan oksigen sama dengan pemakaiannya. Pada keadaan ini, fungsi berbagai organ seperti denyut jantung, pernapasan dan tekanan darah mengalami keadaan seimbang pula.

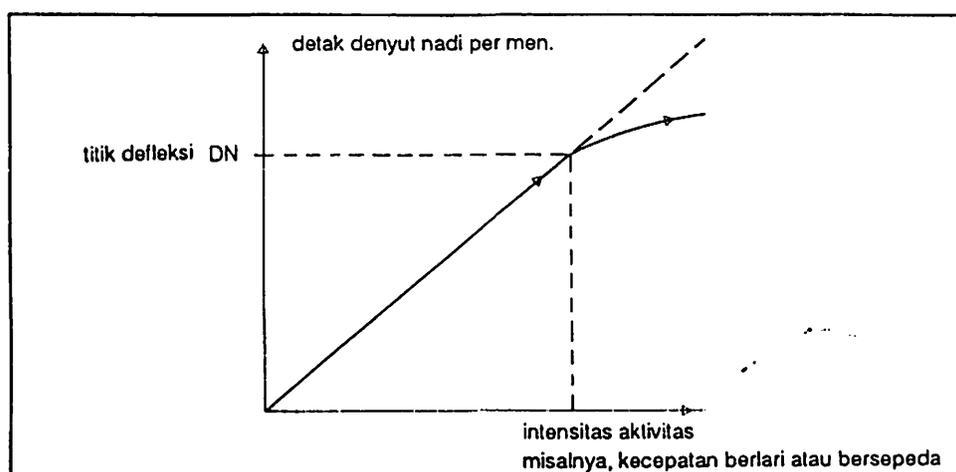


Gambar 2.8. Batas pasokan energi secara aerobik dan secara anaerobik (Janssen, 1989:26)

Jika suatu aktivitas dilaksanakan lebih intensif lagi, maka terjadi keadaan dimana pengambilan oksigen tidak mampu dipenuhi. Keadaan ini ditandai dengan mulai bertumpuknya asam laktat (OBLA = *onset of blood lactate accumulation*) dalam jaringan otot dan darah yang biasa juga disebut ambang batas anaerobik (Davis, 1985; Astrand dan Rodhal, 1986; Wilmore dan Costill, 1994). Dalam keadaan ini, sistem penyediaan energi secara aerobik tidak lagi memadai sehingga diperlukan sistem

penyediaan energi secara anaerobik. Keadaan ini ditandai oleh intensitas kerja dengan denyut jantung tidak lagi berjalan secara linear yang disebut dengan titik defleksi Conconi (Janssen, 1989).

Metabolisme anaerobik bekerja pada prosentase VO_{2max} yang lebih tinggi. Ini berarti karena pengaruh latihan, asam laktat terbentuk pada beban kerja yang sesuai dengan prosentase VO_{2max} yang lebih tinggi (Janssen, 1989). Metabolisme anaerobik biasanya dihitung dengan menentukan kapasitas anaerobik dan kekuatan eksternal anaerobik maksimal (W_{max})



Gambar 2.9. Titik Defleksi Conconi (Jansen, 1989:21)

(Coudert, 1992). Ambang anaerobik (*anaerobik threshold*) dapat didefinisikan sebagai nilai rata-rata metabolisme dimana konsentrasi asam laktat dipertahankan pada tingkat seimbang selama latihan yang berlangsung lama (McLellan, 1992).

Ambang batas anaerobik terjadi pada konsentrasi asam laktat darah 4 milimol per liter darah (Urhausen, 1993; Breuer, 1993; Snyder, 1994). Titik defleksi juga terjadi

pada kadar asam laktat darah 4 milimol per liter darah, sehingga dengan tegas dikatakan bahwa titik defleksi sesuai dengan titik ambang anaerobik, atau titik ambang anaerobik dianggap sebagai titik defleksi (Janssen, 1989).

Sjodin (1981) melaporkan hasil penelitiannya bahwa ambang batas anaerobik akan tercapai pada 65%-90% VO_{2max} , denyut nadi pada 170-190 denyut per menit dan pada kadar asam laktat darah 4 milimol per liter darah. Brooks dan Fahey (1985) mengemukakan bahwa ambang batas anaerobik akan tercapai pada 60% VO_{2max} . McAlpine dan Tinley (1994) mengatakan bahwa kapasitas anaerobik para pelari maraton tingkat dunia akan mencapai 90% VO_{2max} -nya.

2.7.4 Tes dan pengukuran kapasitas kerja maksimal

Pada dasarnya semua jenis tes kerja berusaha menimbulkan beban terhadap jantung, dan mencatat reaksi jantung sebagai akibat dari beban kerja tersebut. Untuk itu dapat digunakan tes lari 2,4 kilometer dari Cooper, Balke test (lari 12 menit), tes pada sepeda ergometer dan treadmill (Astrand dan Rodahl, 1986; Janssen, 1989; Tanaka, 1993).

Suatu tes pembebanan dapat dilakukan secara submaksimal maupun secara maksimal. Pada pelaksanaan tes dengan pembebanan submaksimal, beban kerja disesuaikan dengan denyut nadi target (*target heart rate = THR*) dari subjek tes yaitu 85 - 90% dari denyut nadi maksimal (HR_{max}). Sedangkan pada tes pembebanan maksimal, subjek dianggap telah mencapai batas tertinggi pengambilan oksigen (VO_{2max}) apabila telah menjalani tes hingga mencapai kepayahan (*exhaustion*). Nilai

kapasitas kerja maksimal diperkirakan pada tingkat pembebanan dimana subjek berhenti bekerja sebagai akibat dari kepayahan itu (Astrand dan Rodahl, 1986).

Kapasitas kerja maksimal ditentukan oleh produksi energi maksimal, sedangkan produksi energi maksimal baru tercapai apabila daya aerobik maksimal dan daya anaerobik maksimal telah tercapai secara bersama-sama pada waktu yang sama. Karena itu, untuk tes dan pengukuran kapasitas kerja maksimal sebaiknya dilakukan secara maksimal dan pemberian bebannya berlangsung secara terus menerus.

Tes dan pengukuran kapasitas kerja maksimal dengan menggunakan sepeda ergometer juga dilakukan untuk mengukur VO_{2max} . Tubuh diberi ransang berupa aktivitas mengayuh pedal sepeda, selanjutnya respon faalinya diukur, dengan demikian dapat diketahui kemampuan kerja maksimalnya (Astrand dan Rodahl, 1986; Janssen, 1989; Bowers, 1992).

Keuntungan penggunaan sepeda ergometer untuk tes dan pengukuran kapasitas kerja maksimal antara lain: a) pemasangan elektroda untuk pencatatan denyut jantung mudah dilakukan tanpa terlalu banyak kelainan hasil pencatatan yang disebabkan oleh gerakan subjek selama pembebanan, b) pengukuran tekanan darah mudah dilakukan, c) berat badan subjek tidak mempengaruhi kemampuan kerja, d) naik sepeda bagi subjek mungkin lebih tenang dan kurang menegangkan (Astrand dan Rodahl, 1986).

2.8 Pengaruh Pemberian Minuman terhadap Kapasitas Kerja Maksimal

Pada aktivitas yang berlangsung lebih dari tiga menit, tubuh memerlukan oksigen untuk meresintesis ATP. Bahan bakar yang diperlukan untuk pembentukan kembali ATP terutama dari karbohidrat dan lemak (Fox, 1993).

Karbohidrat merupakan bahan bakar siap pakai oleh karena penguraiannya membutuhkan waktu yang lebih singkat. Makanan yang mengandung karbohidrat dalam tubuh diurai menjadi glukosa dalam darah dan disimpan di otot dan hati dalam bentuk glikogen. Pada aktivitas submaksimal, bahan bakar yang digunakan pada awalnya adalah karbohidrat, dan selanjutnya akan bergeser ke lemak.

Aktivitas yang berlangsung lama menyebabkan persediaan karbohidrat menipis dan pada akhirnya akan habis (Janssen, 1989; Fox, 1993). Menurunnya glukosa darah dan menipisnya glikogen otot dapat membatasi penampilan (Bengstrom dalam Peters, 1995)

Aktivitas olahraga yang berlangsung lama pada cuaca panas menyebabkan terjadi dehidrasi. Tubuh mengeluarkan banyak keringat sebagai bentuk pelepasan panas. Meningkatnya pengeluaran keringat menyebabkan meningkatnya osmolalitas cairan ekstraseluler (Marsetyo, 1991). Banyaknya keringat yang keluar menyebabkan volume plasma berkurang sehingga aliran darah berkurang. Keadaan ini menyebabkan menurunnya kapasitas produksi energi yang akan mempercepat terjadinya kelelahan, menurunnya pengangkutan zat-zat dan oksigen ke otot (yang diperlukan untuk menghasilkan energi), berkurangnya pengangkutan produk metabolik dan terhambatnya pelepasan panas menyebabkan meningkatnya temperatur inti (Brouns, 1993).

Untuk mencegah terjadinya akibat dehidrasi, atlet memerlukan pasokan cairan yang cukup untuk membentuk kembali simpanan cairan tubuhnya. Meminum air sebelum latihan dapat menunda dehidrasi dan mengurangi suhu internal tubuh. Meminum air biasa adalah yang paling baik, oleh karena penggantian air lebih penting dari pada penggantian karbohidrat dan elektrolit (Boyle dan Zyla, 1992). Namun

demikian meminum karbohidrat cair dan elektrolit memberikan dua keuntungan sekaligus, yaitu mencegah dehidrasi dan menambah atau mempertahankan kadar glukosa darah. Larutan rehidrasi untuk atlet dirancang untuk menggantikan cairan dan elektrolit yang hilang melalui keringat, serta untuk mempertahankan kadar glukosa darah (Wilmore dan Costill, 1994). Pemberian natrium klorida dalam larutan glukosa berfungsi dalam proses transport dan penyerapan glukosa (Guyton dan Hall, 1996).

Faktor lain yang menentukan dalam penggantian cairan tubuh ini adalah jumlah dan kekentalan larutan serta prosedur pemberiannya yang berkaitan dengan kecepatan pengosongan lambung dan penyerapan usus. Bila suatu larutan glukosa-NaCl ditambahkan dalam kompartemen cairan ekstraseluler, maka osmolalitas cairan ekstraseluler tidak akan berubah tetapi meningkatkan volume cairan ekstraseluler itu. Pemberian larutan glukosa-elektrolit selama aktivitas berlangsung yang paling baik adalah diberikan secara bertahap setiap 10-15 menit (Brouns, 1993). Meminum larutan glukosa hipertonik selama berlangsungnya aktivitas tidak meningkatkan kapasitas kerja karena lambat dikosongkan dari lambung (Wilmore dan Costill, 1994; Anantarannan, 1995), sedangkan meminum larutan glukosa isotonik meskipun diberikan secara bertahap tidak cukup bernilai meskipun lebih cepat dikosongkan dari lambung (Wilmore dan Costill, 1994).

Kapasitas kerja maksimal ditentukan oleh daya aerobik maksimal dan daya anaerobik maksimal. Besarnya daya aerobik maksimal ditentukan oleh fungsi jantung, pembuluh darah, volume darah dan jumlah sel darah merah dalam hal pengalihan darah merah dari jaringan tidak aktif ke yang aktif (Fox, 1993).

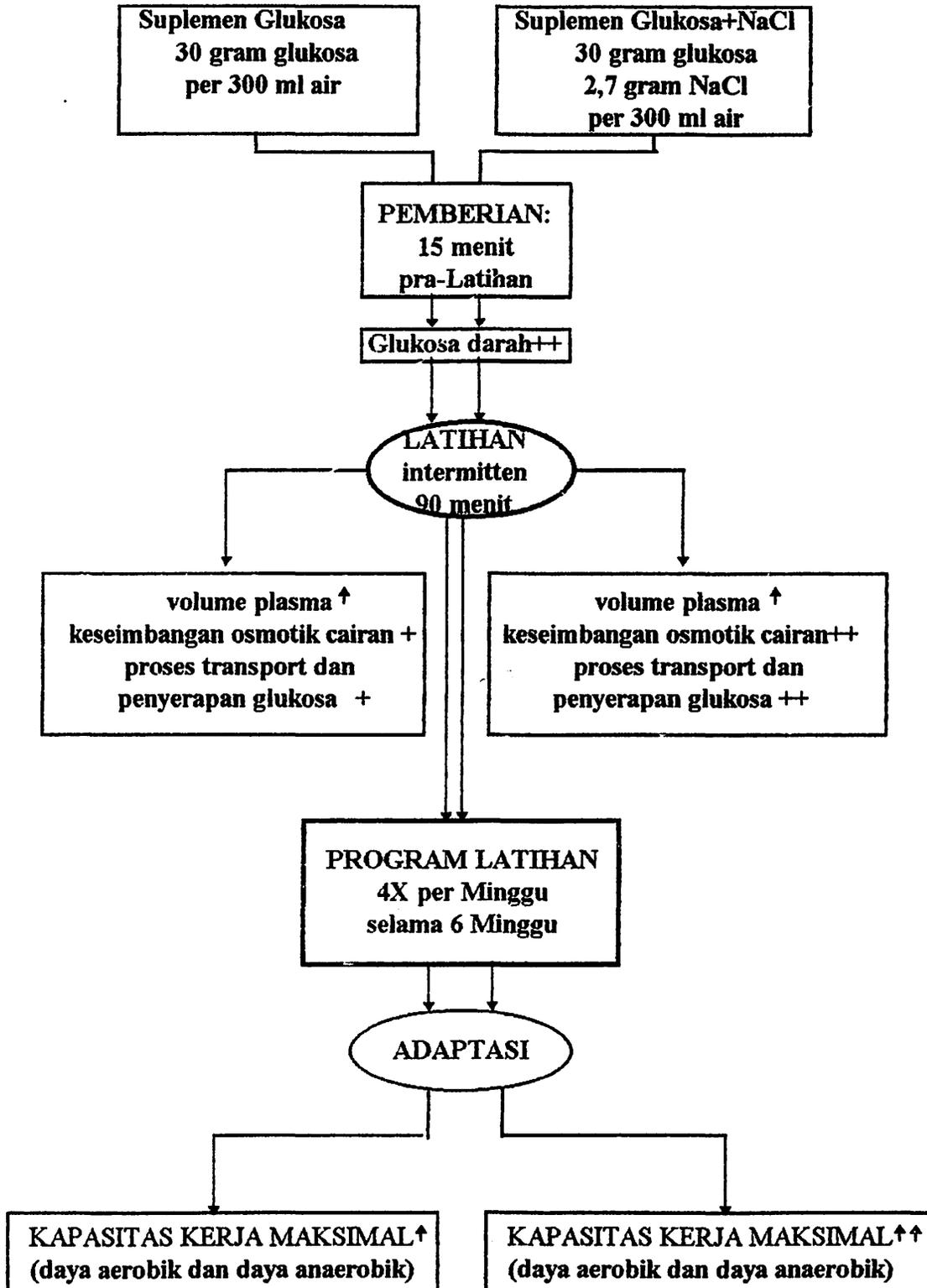
Aktivitas intensitas tinggi membutuhkan energi yang lebih besar. Pada aktivitas yang membutuhkan energi yang lebih besar, maka kebutuhan oksigen meningkat untuk memenuhi kebutuhan pembentukan energi yang bersifat oksidatif dimana karbohidrat merupakan sumber bahan bakar yang paling sesuai (Davis, 1985; Astrand dan Rodahl, 1986; Wilmore dan Costill, 1994). Dengan demikian, pemberian larutan glukosa akan meningkatkan kadar glukosa darah. Namun demikian, pemberian larutan glukosa+NaCl dimana NaCl berperan dalam proses transport dan penyerapan glukosa diduga dan diharapkan lebih berpengaruh terhadap meningkatnya kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan suplemen glukosa tanpa NaCl.

Latihan merupakan sebuah proses berlatih yang sistematis, terencana dan berulang-ulang yang akan menyebabkan terjadinya peningkatan kemampuan atau penyesuaian sistem fungsional fisik dan fisiologis yang lebih baik. Adaptasi fisiologis yang terjadi merupakan perubahan yang relatif menetap dari lingkungan internal tubuh dan terbentuknya suatu mekanisme alur adaptasi fisiologis. Suatu program latihan yang disertai program pemberian minuman glukosa atau glukosa+NaCl akan merangsang terbentuknya mekanisme adaptasi fisiologis yang disebabkan oleh perulangan respons-respons minuman terhadap kapasitas kerja.

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN RUMUSAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka konsep



3.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka konsep yang telah diuraikan sebelumnya, maka hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

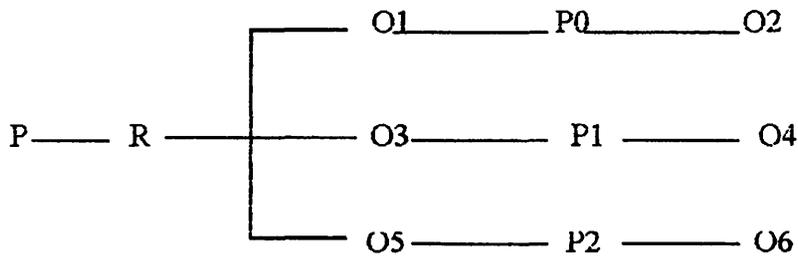
- a. Pemberian minuman glukosa 10gr% + NaCl 0,9gr% sebelum latihan meningkatkan kapasitas kerja maksimal.
- b. Pemberian minuman glukosa 10gr% sebelum latihan meningkatkan kapasitas kerja maksimal.
- c. Pemberian minuman glukosa 10gr% + NaCl 0,9gr% sebelum latihan lebih meningkatkan kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan minuman glukosa.

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Termasuk dalam jenis penelitian eksperimental karena penelitian ini mempunyai ciri sebagai berikut: adanya replikasi, randomisasi dan kontrol (perlakuan banding) (Zainuddin, 1999).

Penelitian ini menggunakan perluasan *Randomized Pretest-posttest Control Group Design* (Zainuddin, 1999). Untuk jelasnya, gambar skematis rancangan ini adalah sebagai berikut:



Keterangan:

- P = Populasi
- R = Randomisasi
- Po = Kelompok kontrol (suplemen air mineral)
- P1 = Kelompok perlakuan 1 (suplemen glukosa+NaCl)
- P2 = Kelompok perlakuan 2 (suplemen glukosa)
- O1 = Pretest kelompok kontrol
- O2 = Posttest kelompok kontrol
- O3 = Pretest kelompok eksperimen 1
- O4 = Posttest kelompok eksperimen 1

- O5 = Pretest kelompok eksperimen 2
O6 = Posttest kelompok eksperimen 2

4.2 Populasi, Sampel, Teknik Sampling dan Pembagian kelompok

4.2.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah semua siswa yang tergabung dalam Klub Sepakbola Pelajar Kotamadya Palu pada Proyek Pembinaan Olahraga Pelajar Kantor Wilayah Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah yang terdaftar pada tahun ajaran 1999/2000 yang berumur 15 sampai 17 tahun. Pemilihan siswa sekolah sepakbola mengingat bahwa subyek dalam penelitian ini harus mempunyai syarat-syarat tertentu yaitu mampu melakukan latihan berat dan lama, dimana jumlah populasi itu juga terbatas. Pemilihan pemain sepakbola pelajar berdasarkan pertimbangan bahwa pelajar berada pada usia dimana pembinaan banyak dilakukan. Disamping itu, terhadap pemain sepakbola pelajar ini sudah dapat diberikan latihan yang berat.

4.2.2 Teknik sampling

Pengambilan sampel dari populasi dilakukan dengan teknik *simple random sampling* melalui undian. Dengan cara ini diharapkan sampel yang diambil mempunyai jumlah yang proporsional pada setiap strata sehingga dianggap sudah dapat mewakili populasi. Pelaksanaan pengambilan sampel pada setiap strata dilakukan dengan menempuh langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Membuat daftar yang berisi semua individu atau subyek penelitian
- b. Memberi kode nomor urut pada subyek.
- c. Menulis kode-kode itu masing-masing dalam selembar kertas kecil

- d. Kertas tersebut digulung dengan rapi
- e. Memasukkan gulungan tersebut ke dalam tempolong
- f. Mengocok tempolong itu dengan baik-baik
- g. Mengambil kertas gulungan itu satu demi satu sampai jumlah yang dibutuhkan terpenuhi.

Untuk menentukan jumlah subyek dalam penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan penelitian pendahuluan. Jumlah orang coba dibagi dalam tiga kelompok yaitu kelompok yang diberi minuman air mineral (P0), kelompok yang diberi suplemen minuman glukosa+NaCl (P1) dan kelompok yang diberi minuman glukosa (P2). Setiap kelompok dalam penelitian pendahuluan ini terdiri dari 5 orang.

4.2.3 Besar sampel

Untuk menentukan besar sampel setiap kelompok digunakan rumus Higgins dan Klainbaum (1985) yang didasarkan atas hasil tes kapasitas kerja maksimal penelitian pendahuluan. Adapun rumus yang digunakan adalah :

$$n = \frac{1}{(1-f)} \left[\frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 s^2(c)}{\{X_1 - X_2\}^2} \right]$$

Keterangan:

n = jumlah sampel

f = proporsi yang gagal 5%

Z α = deviasi normal standard untuk $\alpha = 0,05$.

Z β = deviasi normal standard untuk $\beta = 0,05$.

S_c = simpangan baku gabungan yang memiliki nilai koefisien varian terbesar dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen

X_1 = mean kelompok kontrol

X_2 = mean kelompok eksperimen

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan dengan mengambil variabel kapasitas kerja maksimal sebagai variabel utama, maka diperoleh angka-angka sebagai berikut:

a. Kelompok eksperimen 1 (P1):

Pretest mean = 213,80 sd = 31,28

Posttest mean = 231,40 sd = 29,10

b. Kelompok eksperimen 2 (P2):

Pretest mean = 200,20 sd = 33,24

Posttest mean = 210,20 sd = 16,56

$$S_c = \frac{S_1^2 + S_2^2}{2}$$

$$S_c = 23,675$$

Berdasarkan data hasil tes kapasitas kerja maksimal dari ketiga kelompok penelitian pendahuluan, maka dapat ditentukan besar sampel dalam penelitian ini sebagai berikut:

$$n_1 = \frac{1}{1 - f} \left[\frac{2 (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 s_c^2}{(X_1 - X_2)^2} \right]$$

$$n_1 = 27,562 \quad \text{dibulatkan menjadi } 28$$

Jadi jumlah sampel tiap kelompok yang diperlukan dalam penelitian sesungguhnya adalah 28.

4.2.4 Pembagian kelompok

Pembagian kelompok dalam penelitian ini menjadi tiga kelompok yang terdiri atas satu kelompok kontrol (P0) dan dua kelompok eksperimen (P1 dan P2) dilakukan secara *Ordinally match pairing* (Hadi, 1982). Penentuan subjek kelompok kontrol (Po), kelompok perlakuan satu (P1) dan kelompok perlakuan dua (P2) dilakukan dengan cara undian.

Ordinally match pairing dilakukan berdasarkan hasil tes awal kapasitas kerja maksimal yang telah diranking. Penggunaan data hasil tes awal kapasitas kerja maksimal oleh karena kapasitas kerja maksimal merupakan variabel utama dalam penelitian ini.

Pembagian kelompok dilakukan dengan cara memasangkan subyek pada ketiga kelompok, sehingga karakteristik dan jumlah subyek dalam kelompok berimbang. Adapun cara pelaksanaan *ordinally match pairing* adalah:

- a. Meranking nilai kapasitas kerja maksimal (*watt*), dari tertinggi sampai terendah sesuai jumlah yang diperlukan.
- b. Susunan ranking tersebut ditempatkan dalam tiga bagian dengan cara seperti berikut ini, dimulai dari ranking 1, 2, dan 3, selanjutnya ranking 4 langsung ditempatkan di bawah ranking 3, dan seterusnya sebagaimana terlihat dalam Tabel 4.1. Pembagian kelompok secara *ordinally match pairing* tersebut dimaksudkan agar diperoleh

kelompok yang berimbang dan ketiga kelompok tersebut berada pada kondisi yang sama sebelum diberi perlakuan. Hal ini dimaksudkan agar tidak terdapat perbedaan

Tabel 4.1. Pembagian Kelompok secara *Ordinally match pairing*

| No. | Kelompok | | |
|-----|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | A | B | B |
| 1. | 1 | 2 | 3 |
| 2. | 6 | 5 | 4 |
| 3. | 7 | 8 | 9 |
| 4. | 12 | 11 | 10 |
| | dan seterusnya sampai | tiap kelompok mencapai | jumlah yang diperlukan |

yang bermakna antara ketiga kelompok sebelum perlakuan. Alasan untuk ini adalah untuk menjadikan kelompok penelitian ini layak untuk dibandingkan dan memiliki karakteristik yang sama sebelum diberi perlakuan. Dengan demikian, respon fisiologis yang terjadi pada subyek benar-benar disebabkan oleh perlakuan yang diberikan

- c. Penentuan kelompok kontrol (P0), kelompok eksperimen satu (P1) dan kelompok eksperimen 2 (P2) diantara ketiga kelompok hasil *ordinally match pairing* itu dilakukan secara undian.

4.3 Variabel Penelitian

4.3.1 Klasifikasi variabel

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas, variabel tergantung, variabel moderator dan variabel kendali.

a. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah:

- Pemberian minuman glukosa (10gr%) + NaCl (0,9gr%) dan latihan
- Pemberian minuman glukosa (10gr%) dan latihan
- Pemberian minuman air mineral 300ml dan latihan

b. Variabel tergantung

Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah kapasitas kerja maksimal

c. Variabel moderator

Variabel moderator dalam penelitian ini adalah:

- Tinggi badan
- Berat badan

d. Variabel kendali

Variabel kendali dalam penelitian ini adalah:

- Umur
- Jenis kelamin
- Konsentrasi larutan
- Prosedur pemberian minuman

4.3.2 Definisi Operasional Variabel

a. Minuman glukosa+NaCl

Minuman glukosa+NaCl adalah minuman yang berisi 30 gram glukosa dan 2,7 gram natrium klorida per 300 mililiter air yang secara khusus dirancang sebagai

suplemen energi berelektrolit yang diberikan kepada subyek sebelum melakukan latihan.

b. Minuman glukosa

Minuman glukosa adalah minuman yang berisi 30 gram glukosa per 300 mililiter air yang secara khusus dirancang sebagai suplemen energi yang diberikan kepada subyek sebelum melakukan latihan.

c. Minuman air mineral

Air mineral adalah air yang berisi substansi inorganik yang merupakan komponen dasar dari lapisan tanah (Kent, 1994). Minuman air mineral dalam penelitian ini adalah minuman 300 mililiter air mineral bermerek TOTAL yang mengandung 159 mg/l HCO₃, 30 mg/l Ca, 8 mg/l Cl, 0,3 mg/l F, 0,003 mg/l I, 0,02 mg/l Fe, 11,32 mg/l Mg, 3,45 mg/l K, dan 13,5 mg/l Na, dengan pH: 7,1.

d. Kapasitas kerja maksimal

Kapasitas kerja maksimal adalah kemampuan tubuh melakukan aktivitas fisik dengan menggunakan gabungan dua sistem energi yaitu sistem energi aerobik dan sistem energi anaerobik dalam waktu yang bersamaan di atas sepeda ergometer dengan beban permulaan 90 watt yang ditingkatkan setiap satu menit sampai individu memncapai kelelahan atau tidak mampu lagi bekerja (Burke, 1980).

e. Tinggi badan

Tinggi badan adalah jarak antara kaki dengan kepala subyek yang diperoleh dari pengukuran dengan cara: Subyek berdiri tegak lurus bersandar, harus melepaskan alas kaki dan tanpa tutup kepala. Subyek berdiri di belakang tiang pengukur tinggi badan (stadiometer) dengan sikap berdiri anatomis, pandangan ke depan dengan tepi bawah

rongga mata sejajar lubang telinga. kedua tumit rapat, punggung dan bagian kepala sejajar tiang pengukur (Verducci, 1980). Hasilnya dicatat dalam centimeter dan milimeter.

f. Berat badan

Berat badan adalah gaya tarik bumi pada badan subyek yang diperoleh dari pengukuran dengan cara: Subyek berdiri diatas timbangan tidak boleh berpegangan dengan benda lain, subyek mengenakan pakaian seminim mungkin (Kirkendal, 1980). Hasilnya dicatat dalam kilogram dan ons.

g. Umur

Umur adalah jarak waktu antara lahir sampai pengambilan data umur subyek berdasarkan akta kelahiran atau dokumen biodata siswa yang tercatat pada bagian administrasi Proyek Pembinaan Olahraga Pelajar Kantor Wilayah Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah. Pencatatan dilakukan dengan melihat tahun dan bulan kelahiran, bila terdapat jumlah hari 15 ke atas, lebihnya dibulatkan menjadi 1 bulan dan bila terdapat 15 hari ke bawah dihapus.

h. Jenis kelamin

Jenis kelamin adalah laki-laki berdasarkan dokumen biodata serta pengamatan saat penentuan sampel penelitian.

i. Konsentrasi larutan

Konsentrasi larutan minuman glukosa+NaCl adalah larutan glukosa dan natrium klorida dengan komposisi 30 gram glukosa dan 2,7 gram natrium klorida per 300 mililiter air, dan konsentrasi larutan minuman glukosa adalah larutan glukosa dengan komposisi 30 gram per 300 mililiter air.

j. Prosedur pemberian minuman

Prosedur pemberian minuman adalah pemberian minuman suplemen glukosa+NaCl atau suplemen glukosa 15 menit sebelum melakukan latihan.

4.4 Bahan penelitian

Yang dimaksud dengan bahan penelitian disini adalah bahan yang digunakan atau bahan yang diberikan untuk perlakuan penelitian. Bahan-bahan dalam penelitian ini yaitu glukosa, natrium-klorida, dan air mineral.

Glukosa adalah jenis karbohidrat monosakarida atau disebut gula sederhana. Glukosa merupakan bahan utama yang menyusun minuman berenergi (energy drink). Dalam penelitian ini, minuman glukosa yang diberikan sebagai minuman suplemen tersusun dari glukosa dan air dengan komposisi larutan 30 gram per 300 mililiter air.

Natrium klorida adalah elektrolit yaitu senyawa mineral yang dapat terurai dalam air, atau biasa disebut garam umum. Natrium klorida dalam penelitian ini dilarutkan bersama glukosa dalam air dengan komposisi larutan 30 gram glukosa dan 2,7 gram natrium-klorida per 300 mililiter air.

Air mineral adalah air yang berisi substansi inorganik yang merupakan komponen dasar dari lapisan tanah seperti kalsium, klorin, magnesium, fosfor, potasium, sodium dan sulfur. Dalam penelitian ini, air mineral yang disajikan adalah air mineral bermerek TOTAL dengan komposisi 100 persen air mineral per 300 mililiter per subyek penelitian.

4.5 Instrumen Penelitian

Instrumen dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Stopwatch (Casio Hs-1000 Japan) 3 buah dengan tingkat ketelitian 0.01 detik.
- b. *Polar Sport Tester Heart Rate Monitor* KAYTTO 4000 2 buah dengan tingkat ketelitian 0.3 *beats* per detik.
- c. Sepeda *ergocycle* merek Monark 2 buah
- d. Pengukur tinggi badan dan berat badan (SMIC) 1 buah dengan tingkat ketelitian 0.1 milimeter.
- e. *Metronom* (Taktelh Piccolo) 2 buah

4.6 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.6.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Palu, Propinsi Sulawesi Tengah. Rincian kegiatan dan lokasi pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan kesehatan dilaksanakan di Laboratorium R.S. Anuta Pura Palu.
2. Pendataan umur subyek penelitian dilaksanakan di Bidang Keolahragaan Kantor Wilayah Depdikbud Propinsi Sulawesi Tengah.
3. Pengukuran tinggi badan, berat badan, dan tes kapasitas kerja maksimal dilakukan di Laboratorium KONI Propinsi Sulawesi Tengah.

4.6.2 Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, dimulai pada bulan April 2000 dan berakhir pada bulan September 2000.

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Persiapan penelitian

Dalam mempersiapkan pelaksanaan penelitian ini, ditempuh beberapa langkah yang dimulai pada bulan April 2000 dan berakhir pada bulan September 2000, sebagai berikut:

- a. Mengurus kelengkapan surat izin penelitian.
- b. Menghubungi Koordinator Administrasi Kantor Wilayah Depdikbud Propinsi Sulawesi Tengah, Kepala Bidang Keolahragaan, Pemimpin Bagian Proyek Pembinaan Olahraga Pelajar dan para pelatih yang menangani latihan pada klub sepakbola pelajar untuk meminta izin dan kesediaannya bekerjasama dalam penelitian ini.
- c. Menghubungi Kepala Laboratorium R.S. Anuta Pura Palu, dan Kepala Laboratorium KONI Propinsi Sulawesi Tengah dalam rangka pemeriksaan kesehatan serta pengukuran tinggi badan, berat badan dan kapasitas kerja maksimal.
- d. Menyiapkan alat-alat dan perlengkapan penelitian yang diperlukan dan telah dikalibrasi.
- e. Melakukan penelitian pendahuluan selama enam minggu, kemudian menentukan besar sampel yang diperlukan.

4.7.2 Pelaksanaan penelitian pendahuluan

Dalam pelaksanaan penelitian pendahuluan, ditempuh langkah-langkah berikut :

- a. Menentukan subyek penelitian sejumlah 15 orang dari populasi dengan cara undian.
Subyek penelitian dibagi dalam 3 kelompok, masing-masing terdiri atas 5 orang.

- b. Melakukan pemeriksaan kesehatan terhadap subyek penelitian. Jika ada subyek yang tidak memenuhi standar kesehatan, calon subyek penelitian tersebut diganti dengan yang memenuhi syarat sesuai jumlah yang diperlukan.
- c. Melakukan pencatatan mengenai umur subyek penelitian.
- d. Melaksanakan pengukuran tinggi badan dan berat badan.
- e. Melakukan pengukuran pretest kapasitas kerja maksimal.
- f. Membagi tiga kelompok berdasarkan kemampuan kapasitas kerja maksimal secara *ordinally match pairing*
- g. Melaksanakan eksperimen melalui program latihan selama enam minggu. Kelompok satu sebagai kelompok kontrol (P0), kelompok dua sebagai kelompok eksperimen 1 (P1), dan kelompok tiga sebagai kelompok eksperimen 2 (P2). Setiap 15 menit sebelum latihan, subyek kelompok kontrol diberi minuman air mineral, subyek kelompok eksperimen 1 diberi minuman glukosa-natrium klorida, dan subyek kelompok eksperimen 2 diberi minuman glukosa.
- h. Melakukan pengukuran *posttest* kapasitas kerja.

4.7.3 Pelaksanaan penelitian

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi: persiapan administratif, penentuan subyek penelitian, pemeriksaan kesehatan, pelaksanaan pretest, pembagian kelompok dan pelaksanaan posttest.

a. Persiapan administratif

Dalam persiapan administratif, dilakukan hal-hal berikut:

1. Menyiapkan administrasi tes (surat pernyataan kesediaan menjadi sampel penelitian, formulir pemeriksaan kesehatan, formulir pengukuran tinggi badan dan berat badan, formulir dosis latihan serta formulir tes kapasitas kerja maksimal.
2. Menetapkan dan menyiapkan tempat pemeriksaan kesehatan.
3. Menyiapkan alat dan perlengkapan tes.
4. Menentukan lokasi pelaksanaan penelitian.
5. Menentukan jadwal pelaksanaan pretest dan posttest

b. Penentuan sampel

Jumlah sampel dalam penelitian ini ditentukan melalui rumus Higgins dan Klainbaum berdasarkan data hasil penelitian pendahuluan. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan cara acak sederhana (*simple random sampling*).

c. Pendataan umur subyek penelitian

Pendataan umur subyek penelitian dilakukan dengan meneliti data kelahiran subyek yang terdapat pada Buku Data Induk Siswa pada Administrator Pemimpin Bagian Proyek Pembinaan Olahraga Pelajar Bidang Keolahragaan Kanwil Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah.⁶

d. Pemeriksaan kesehatan subyek penelitian

Setelah menentukan sampel, selanjutnya dilakukan pemeriksaan kesehatan di Laboratorium R.S. Anuta Pura Palu. Aspek yang diperiksa adalah glukosa darah untuk mendeteksi kemungkinan adanya subyek yang menderita *Diabetes Mellitus*. Pada tahap

pemeriksaan ini tidak ditemukan adanya subyek yang menderita penyakit tersebut, atau dengan kata lain semua memenuhi persyaratan, sehingga tidak ada subyek yang harus diganti.

e. Pengukuran tinggi dan berat badan

Tinggi badan dan berat badan merupakan variabel moderator dalam penelitian ini. Sampel yang telah diperiksa dan memenuhi persyaratan kesehatan selanjutnya diukur tinggi dan berat badannya.

f. Pelaksanaan pretest

Pelaksanaan pretest dilakukan setelah pemeriksaan kesehatan. Pelaksanaan pretest meliputi: pengukuran tinggi badan dan berat badan, dan tes kapasitas kerja maksimal.

g. Pembagian kelompok

Berdasarkan hasil pretest dilakukan perankingan yang dilanjutkan dengan pembagian kelompok secara *ordinally mathcing pairing*. Subyek dibagi dalam tiga kelompok, dilanjutkan dengan pengundian untuk menentukan kelompok kontrol (P0) dan kelompok eksperimen (P1 dan P2).

h. Pelaksanaan eksperimen

Pelaksanaan eksperimen berupa penyelenggaraan program latihan selama enam minggu setelah selesai pelaksanaan pretest dan pembagian kelompok. Eksperimen

dalam penelitian ini adalah pemberian tiga jenis minuman sebelum latihan. Prosedur pemberian suplemen dan pelaksanaan latihan adalah sebagai berikut:

1. Prosedur pemberian minuman: Pemberian minuman kepada setiap subyek penelitian dilakukan 15 menit sebelum latihan.

2. Prosedur latihan:

a) latihan pendahuluan (*warming up*) berupa latihan *stretching* dan senam selama 10-15 menit.

b) latihan inti:

- Latihan inti dirancang berdasarkan suatu pola pengembangan unsur keterampilan, strategi bermain dan pengembangan fisik yang merupakan kebutuhan dasar pemain sepakbola.

- Latihan inti berdurasi 90 menit dan interval (waktu istirahat antara) unit-unit latihan yang singkat untuk penggunaan energi seoptimal mungkin.

- Irama latihan bervariasi, dari ekstensif ke intensif dan dari intensif ke ekstensif.

- Materi latihan keseluruhan berorientasi pada pengembangan daya aerobik dan daya anaerobik.

- Dosis latihan berdasarkan pada prinsip individual dan peningkatan beban bertahap

- Irama beban latihan mingguan: sedang-istirahat-berat-istirahat-sedang-berat-istirahat

Rincian materi latihan ditunjukkan pada lampiran 4.

c) latihan penutup (*cool down*): *stretching* dan pelepasan selama 5-10 menit.

i. Pelaksanaan posttest

Pelaksanaan posttest dilakukan setelah berakhirnya eksperimen. Pelaksanaan posttest berupa pengukuran kapasitas kerja maksimal sebagai variabel tergantung dalam penelitian ini

4.7.4 Prosedur pengukuran

a. Pencatatan umur, pengukuran tinggi badan dan berat badan

1) Pencatatan umur

Pencatatan umur dilakukan dengan cara mencatat umur subyek pada waktu pretest. Umur subyek didasarkan atas tanggal, bulan dan tahun kelahiran yang tertera pada akta kelahiran yang dapat diperoleh pada Bagian Administrasi Bagian Proyek Pembinaan Olahraga Pelajar Bidang Keolahragaan Kanwil Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah yang dinyatakan dalam satuan tahun dan bulan.

2) Pengukuran tinggi badan

Pengukuran tinggi badan dilakukan pada waktu pretest. Subyek yang akan diukur melepaskan alas kaki dan tanpa tutup kepala. Subyek berdiri di belakang tiang pengukur tinggi badan (*stadiometer*) dengan sikap berdiri anatomis, pandangan ke depan dengan tepi bawarongga mata sejajar dengan lubang telinga. Kedua tumit rapat, punggung dan bagian kepala sejajar dengan tiang pengukur (Verducci, 1980). Hasilnya dinyatakan dalam sentimeter.

3) Pengukuran berat badan

Pengukuran berat badan dilakukan pada waktu pretest, sebelum dan sesudah pelaksanaan eksperimen. Pengukuran berat badan dilakukan dimana subyek harus menanggalkan sepatu, pakaian dan perhiasan yang berat. Subyek diharuskan berpakaian seminim mungkin, berdiri di atas timbangan tidak boleh berpegangan dengan benda lain. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali, yang dicatat adalah rata-rata dari keduanya dalam satuan kilogram dan ons (Kirkendall, 1980).

b. Pengukuran kapasitas kerja maksimal

Pada pengukuran kapasitas kerja maksimal digunakan sepeda ergometer merek Monark dengan protokol *Conconi's Test for Cyclists* (Janssen, 1989). Prosedur pelaksanaan dengan pembebanan yang telah disesuaikan adalah sebagai berikut:

1. Subyek diminta mengayuh pedal dengan kecepatan 60 kayuhan per menit (RPM). Irama kayuhan ditetapkan dan diatur dengan metronom dan/atau melihat jarum pada speedometer.
2. Selama pembebanan, frekuensi denyut nadi dimonitor setiap 1 menit.
3. Beban permulaan ditetapkan 90 watt (1,5 kp, 60 RPM) dan setiap 1 menit beban ditingkatkan 15 watt.
4. Beban yang dicatat adalah setiap beban yang dapat dipertahankan selama 1 menit. Hasil akhir tes kapasitas kerja maksimal dinyatakan dalam watt yaitu perkalian antara beban akhir yang dicapai dengan RPM (Janssen, 1986), atau kiloponds (kp) dikalikan dengan meter ($\text{RPM} \times \text{waktu} \times 6 \text{ meter per putaran/kayuhan}$) (Fox, 1993).

Tes dihentikan apabila:

1. Subyek mengalami kelelahan atau tidak sanggup lagi melanjutkan tes. Tanda-tanda kelelahan subyek diamati melalui keadaan denyut nadi di atas submaksimal (di atas titik defleksi Conconi), dan denyut nadi mengalami keadaan konstan.
2. Untuk pengamanan subyek, tes dihentikan apabila timbul gejala-gejala yang membahayakan, antara lain: pucat, kulit dingin, tekanan darah dan denyut nadi menurun cepat.

4.8 Teknik Pengolahan Data

Berdasarkan rancangan yang digunakan dalam penelitian ini, maka teknik pengolahan data yang digunakan adalah statistik deskriptif, uji normalitas dan uji homogenitas, analisis varians satu jalur dan sama subyek, analisa faktorial sama subyek dan anakova serta uji *Least Significant Difference* (LSD) pada taraf signifikan 5% perhitungannya menggunakan komputer.

BAB 5

ANALISIS HASIL PENELITIAN

Dari proses pelaksanaan penelitian diperoleh sejumlah data berupa data umur, tinggi badan, berat badan dan kapasitas kerja maksimal. Data umur, tinggi badan, dan berat badan berupa data *pretest*, sedangkan data kapasitas kerja maksimal dibagi dalam data *pretest* dan *posttest* setelah subyek penelitian menjalani proses pelatihan dan eksperimen berupa pemberian minuman setiap 15 menit sebelum memulai latihan. Data hasil penelitian selanjutnya diolah dengan statistik deskriptif dan statistik inferensial (uji normalitas distribusi, uji homogenitas varian, analisis varian dan *uji Least Significant Difference*), menggunakan komputer.

5.1 Data Penelitian

5.1.1 Ciri-ciri fisik dan kapasitas kerja maksimal subyek penelitian

Tabel 5.1 Ciri-ciri Fisik Subyek Penelitian per Kelompok
(Umur/tahun, Tinggi Badan/cm, dan Berat Badan/kg)

| Variabel | Kelompok | | | | | |
|--------------|-----------|------|--------|-------|---------|------|
| | CHO- NaCl | | C H O | | Air Min | |
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| Umur | 16,00 | 0,86 | 16,9 | 0,86 | 16,16 | 0,85 |
| Tinggi badan | 160,85 | 5,43 | 160,35 | 5,14 | 160,50 | 5,71 |
| Berat badan | 48,49 | 9,95 | 47,86 | 10,62 | 48,85 | 7,15 |

Keterangan:

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)

Sebelum dilakukan analisis data secara rinci akan dikemukakan terlebih dahulu ciri-ciri fisik subyek penelitian berupa umur, tinggi badan dan berat badan per kelompok sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.1 (rincian ciri-ciri fisik per subyek penelitian terdapat pada lampiran 7).

Jalan berpikir yang sama dilakukan untuk memperoleh gambaran umum tentang kapasitas kerja maksimal subyek penelitian dengan menampilkan data *pretest* dan *posttest* mengenai rerata (*mean*) dan simpang baku (*standard deviation*) per kelompok penelitian sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.2 dan Lampiran 9.

Tabel 5.2 Rerata (*mean*) dan Simpang Baku (SD) Kapasitas Kerja Maksimal (*watt*) per Kelompok Penelitian

| | Kelompok | | | | | |
|-----------------|----------|-------|--------|-------|---------|-------|
| | CHO NaCl | | C H G | | Air Min | |
| | Mean | SD | Mean | SD | Mean | SD |
| <i>Pretest</i> | 177,58 | 14,02 | 179,06 | 12,60 | 179,06 | 14,20 |
| <i>Posttest</i> | 208,55 | 15,66 | 201,56 | 15,68 | 195,47 | 12,91 |

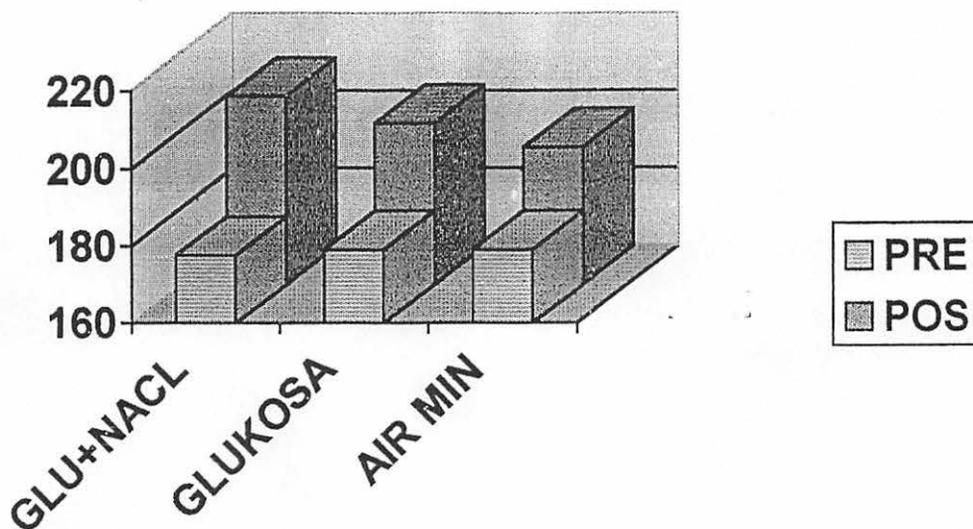
Keterangan:

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

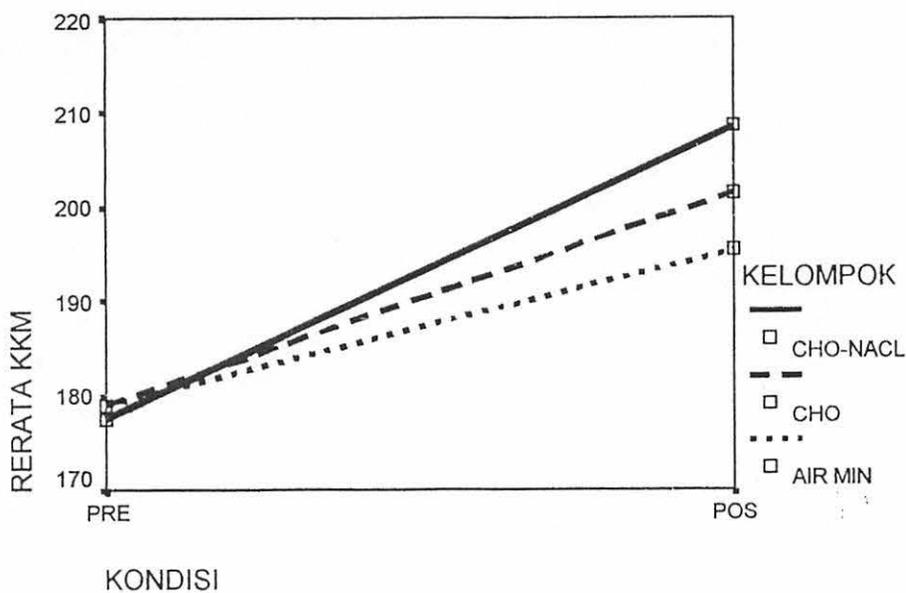
CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min – Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)

Skor-skor yang tertera pada Tabel 5.2 selanjutnya dilukiskan dalam diagram batang sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1. dan diagram garis pada Gambar 2.



Gambar 5.1 Diagram batang kapasitas kerja maksimal sebelum dan sesudah latihan didahului pemberian tiga jenis minuman



Gambar 5.2 Diagram garis perubahan kapasitas kerja maksimal pada tiga kelompok penelitian

Demikian pula gambaran mengenai perubahan (beda *pretest* dan *posttest*) kapasitas kerja maksimal per kelompok penelitian disajikan dalam Tabel 5.3 dan Gambar 5.3.

Tabel 5.3 Beda Kapasitas Kerja Maksimal Sebelum dan Sesudah Latihan pada Tiga Kelompok Penelitian

| | Kelompok | | |
|------------------|----------|-------|---------|
| | CHO-NaCl | CHO | Air Min |
| Beda KKM pre-pos | 30,97 | 22,50 | 16,41 |

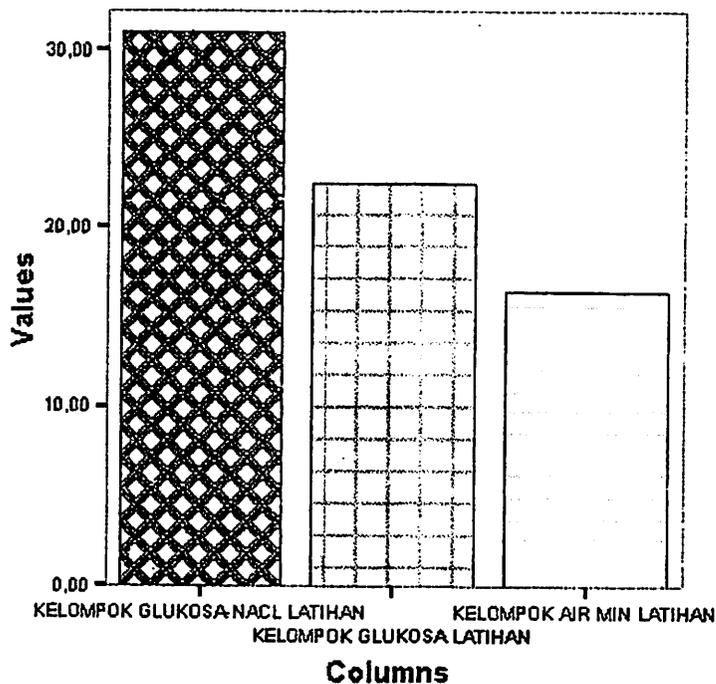
Keterangan:

KKM pre-pos – kapasitas kerja maksimal *pretest* dan *posttest*

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)



Gambar 5.3 Diagram batang beda kapasitas kerja maksimal pada ketiga kelompok penelitian

Dari skor-skor dalam Tabel 5.2, Tabel 5.3, Gambar 5.1, Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 di atas dapat dilihat perbedaan jumlah nilai diantara kelompok-kelompok yang diperbandingkan. Walaupun telah terlihat adanya persamaan dan perbedaan, namun hal ini belum dapat dikatakan perbedaan secara pasti, tetapi masih perlu diuji dengan analisis statistik.

Seluruh sajian data di atas hanyalah merupakan gambaran tentang data yang diperoleh. Untuk memberikan interpretasi yang lebih tepat perlu dilakukan analisis yang teliti dengan menggunakan statistik.

5.1.2 Uji Normalitas Distribusi

Uji normalitas distribusi terhadap data *pretest* variabel kapasitas kerja maksimal memberikan hasil bahwa kelompok CHO-NaCl (P1) berdistribusi normal ($p = 0,118$), kelompok CHO (P2) berdistribusi normal ($p = 0,081$), dan kelompok Air Min (P0) berdistribusi normal ($p = 0,083$) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.4 dan Lampiran 9.

Tabel 5.4 Hasil Uji Normalitas Distribusi
Kapasitas Kerja Maksimal (KKM/watt)
Ketiga Kelompok

| Kelompok | n | Mean | SD | K-S Z | P |
|----------|----|----------|---------|-------|-------|
| CHO-NaCl | 31 | 177,5806 | 14,0161 | 1,190 | 0,118 |
| CHO | 32 | 179,0625 | 12,6004 | 1,232 | 0,081 |
| Air Min | 32 | 179,0625 | 14,2239 | 1,242 | 0,083 |

Keterangan:

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)

5.1.3 Uji Homogenitas Data Awal

Uji homogenitas varian terhadap data *pretest* memberikan hasil bahwa kapasitas kerja maksimal mempunyai varian yang homogen ($p = 0,884$) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.5 dan lampiran 12.

Tabel 5.5 Hasil Uji Homogenitas Data Awal (n=95) Variabel Kapasitas Kerja Maksimal (KKM/watt)

| Variabel | F | P |
|----------|-------|-------|
| KKM | 0,123 | 0,884 |

Uji anava satu jalur terhadap data awal variabel kapasitas kerja maksimal memberikan hasil bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,884$) antara kapasitas kerja maksimal pada kelompok eksperimen 1 (P1), kelompok eksperimen 2 (P2), dan kelompok kontrol (P0), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.6 dan Lampiran 12.

Tabel 5.6 Hasil Uji Anava Satu Jalur (n = 95) Variabel Kapasitas Kerja Maksimal (watt)

| Variabel | Mean (SD) | | | F Rasio | F Prob. |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------|---------|
| | CHO-NaCl | CHO | Air Min | | |
| KKM | 177,5806 (14,0161) | 179,0625 (12,6004) | 179,0625 (14,2239) | 0,123 | 0,884 |

Keterangan:

KKM = kapasitas kerja maksimal

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)

Dari hasil analisis kovarians ditemukan antar kelompok sangat bermakna KKM2 (*posttest*) dipengaruhi oleh KKM1 sebagai *confounder*. Variabel umur, tinggi badan, dan berat badan tidak dipengaruhi sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.7 dan Lampiran 12.

Tabel 5.7 Analisis Kovarians

| | Type III Sum of Square | df | Mean square | F | P |
|--------------|------------------------------|----|----------------|--------|-------|
| KKM1 | 5347,889 | 1 | 5347,889 | 33,404 | 0,000 |
| Umur | 65,551 | 1 | 65,551 | 0,409 | 0,524 |
| Tinggi badan | 102,284 | 1 | 102,284 | 0,639 | 0,426 |
| Berat badan | 2,248E-04 | 1 | 2,248E-04 | 0,000 | 0,999 |
| Kelompok | 3043,053 | 2 | 1521,095 | 9,504 | 0,000 |

Keterangan:

KKM1 = *pretest* kapasitas kerja maksimal

5.2 Analisis dan Hasil Penelitian

5.2.1 Uji t sepasang variabel kapasitas kerja maksimal

Uji “t” sepasang memberikan hasil bahwa kapasitas kerja maksimal pada *pretest* kelompok CHO-NaCl (P1) berbeda secara sangat bermakna ($p = 0,000$) dengan kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok CHO-NaCl (P1), kapasitas kerja maksimal pada *pretest* kelompok CHO (P2) berbeda secara sangat bermakna ($p = 0,000$) dengan kapasitas kerja maksimal pada kelompok CHO (P2), dan kapasitas kerja maksimal *pretest* pada kelompok Air Min (P0) berbeda secara

sangat bermakna ($p = 0,000$) dengan kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok Air Min (P0) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.8 dan Lampiran 12.

Tabel 5.8 Hasil Uji "t" sepasang Variabel Kapasitas Kerja Maksimal pada Kelompok CHO-NaCl (P1, n=31), CHO (P2, n=32), dan Air Min (P0, n=32)

| Kelompok | KKM Pretest | | KKM Posttest | | Mean diff | SD diff | T-Value | P |
|----------|-------------|---------|--------------|---------|-----------|---------|---------|-------|
| | Mean | ±SD | Mean | ±SD | | | | |
| CHO-NaCl | 177,5806 | 14,0161 | 208,5484 | 15,6628 | -30,9677 | 13,930 | -12,378 | 0,000 |
| CHO | 179,0625 | 12,6004 | 201,5625 | 15,6801 | -22,5000 | 13,7372 | -9,265 | 0,000 |
| Air Min | 179,0625 | 14,2239 | 195,4688 | 12,9116 | -16,4063 | 13,3944 | -6,929 | 0,000 |

Keterangan:

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)

KKM = Kapasitas kerja maksimal

5.2.2 Uji beda antar kelompok variabel kapasitas kerja maksimal

Uji beda dengan menggunakan uji statistik *Pairwise Comparisons* dimungkinkan oleh karena hasil uji anava yang bermakna dan jumlah sampel sama atau mendekati sama. Uji statistik *Pairwise Comparison* memberikan hasil bahwa ada perbedaan yang bermakna ($p = 0,015$) antara perubahan kapasitas kerja maksimal pada kelompok CHO-NaCl (P1) dengan perubahan kapasitas kerja maksimal pada kelompok CHO (P2), ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,000$) antara perubahan kapasitas kerja maksimal pada kelompok CHO-NaCl (P1) dengan perubahan kapasitas kerja maksimal pada kelompok Air Min (P0), dan ada

perbedaan yang tidak bermakna ($p = 0,062$) antara perubahan kapasitas kerja maksimal pada kelompok CHO (P2) dengan perubahan kapasitas kerja maksimal pada kelompok Air Min (P0) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.9 dan Lampiran 13.

Tabel 5.9 Hasil Uji Beda dengan *Pairwise Comparisons* Antara Perubahan Kapasitas Kerja Maksimal pada Kelompok CHO-NaCl (P1), Kelompok CHO (P2), dan Kelompok Air Min (P0)

| Uji Beda | Mean Different | Standard Error | P |
|--------------------|----------------|----------------|-------|
| CHO-NaCl - CHO | 7,935 | 3,198 | 0,015 |
| CHO-NaCl - Air Min | 13,925 | 3,202 | 0,000 |
| CHO - Air Min | 5,990 | 3,168 | 0,062 |

Keterangan:

CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)

CHO = Kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2)

Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)

BAB 6 PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data penelitian yang diuraikan pada Bab 5, maka pada Bab 6 ini akan dibahas tentang kajian hasil penelitian secara teoritis dan empiris, kajian hasil penelitian sebelumnya dan pengembangannya di masa yang akan datang, serta keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian ini.

Penelitian ini menjelaskan pengaruh pemberian minuman glukosa dengan dan tanpa natrium klorida terhadap kapasitas kerja maksimal. Minuman-minuman itu diberikan 15 menit sebelum latihan selama proses pelatihan yang berlangsung 6 minggu, dengan frekuensi latihan 4 kali per minggu dan durasi 90 menit per latihan. Penelitian ini juga membandingkan hasil antara keduanya. Selain kedua jenis larutan itu, juga diberikan minuman air mineral kepada satu kelompok kontrol.

Dalam uraian teoritis yang disajikan pada bagian sebelumnya dikemukakan berbagai teori mengenai karbohidrat dan natrium klorida, cairan tubuh, kapasitas kerja maksimal, latihan dan sistem penyediaan enersi. Teori-teori ini dikemukakan untuk menjelaskan hubungan antar variabel-variabel yang saling terkait dalam penelitian ini.

Karbohidrat merupakan bahan makanan sumber energi untuk aktivitas fisik yang lama dan intensif, yang mana setiap gram karbohidrat mengandung 4 kalori energi. Dalam penelitian ini jumlah karbohidrat yang diberikan adalah 30 gram. Dengan demikian subyek penelitian mendapat tambahan 120 kalori. Dalam saluran cerna, hasil akhir pencernaan karbohidrat hampir selalu dalam bentuk glukosa (80%). Jenis karbohidrat yang diberikan dalam penelitian ini adalah glukosa.

Dengan demikian glukosa secara langsung dapat diserap untuk menghasilkan energi. Proses penyerapan glukosa melewati pori-pori mukosa (usus halus) melalui difusi fasilitas yang disebabkan oleh sifat membran usus halus yang semi-permeabel terhadap glukosa. Proses penyerapan glukosa lebih cepat oleh mekanisme transpor aktif natrium. Proses penyerapan glukosa ini menyebabkan glukosa darah meningkat. Selanjutnya glukosa dalam darah diangkut ke dalam sel melalui bantuan insulin menjadi glikogen melalui proses yang disebut glikogenesis.

Latihan yang berlangsung lama dan terus menerus akan menyebabkan menipisnya persediaan glikogen otot dan hati. Latihan yang berlangsung lama dalam cuaca panas juga akan menyebabkan banyaknya cairan tubuh (keringat) yang hilang. Keringat mengandung natrium dan klorida dalam jumlah besar. Banyaknya keringat yang hilang berakibat pada menurunnya osmolalitas cairan ekstraseluler, suhu tubuh meningkat sehubungan dengan terganggunya sistem regulasi dan terjadi hiponatremia. Berkurangnya cairan tubuh 2% dari berat badan menuntun ke arah menurunnya 20% kapasitas kerja otot.

Untuk mempertahankan keseimbangan dan akibat dari kekurangan cairan tubuh, atlet yang berlatih dan banyak mengeluarkan keringat perlu minum air dalam jumlah yang cukup untuk membentuk kembali simpanan cairan tubuhnya. Meminum air dalam jumlah yang cukup sebelum melakukan aktivitas yang lama dapat menunda dehidrasi dan mengurangi kenaikan suhu internal tubuh. Untuk menggantikan cairan tubuh yang hilang, tak satupun yang lebih baik dibandingkan dengan air biasa. Namun demikian, suplemen glukosa diperlukan untuk

mempertahankan kadar gula darah dan tambahan natrium klorida untuk mempercepat transpor dan penyerapan glukosa ke dalam sel.

Dengan demikian apabila atlet diberi minuman glukosa dan natrium klorida, akan memungkinkan atlet tampil lebih lama dan intensif dalam pertandingan maupun latihan. Dengan perkataan lain adanya suplemen cairan glukosa dan natrium klorida dapat meningkatkan daya tahan kerja. Sedangkan air biasa diperlukan untuk mencegah akibat dehidrasi. Kajian ini memperlihatkan bahwa suplemen larutan glukosa dan tambahan natrium klorida serta air mineral secara teoritis dapat memberi pengaruh pada kinerja fisik.

Hasil pengolahan data penelitian mengenai variabel kapasitas kerja maksimal menunjukkan bahwa ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,000$) antara kapasitas kerja maksimal *pretest* pada kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1) dengan kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok suplemen glukosa+NaCl (P1). Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian minuman glukosa 10gr% + NaCl 0,9gr% 15 menit sebelum latihan dapat meningkatkan kapasitas kerja maksimal. Jadi hipotesis yang menyatakan bahwa pemberian minuman glukosa+NaCl meningkatkan kapasitas kerja maksimal pada penelitian ini terbukti.

Analisis data penelitian ini juga memperlihatkan bahwa ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 000$) antara kapasitas kerja maksimal *pretest* pada kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2) dengan kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok suplemen glukosa (P2). Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian suplemen glukosa 10gr% 15 menit sebelum latihan dapat meningkatkan

kapasitas kerja maksimal. Jadi hipotesis yang menyatakan bahwa pemberian minuman glukosa meningkatkan kapasitas kerja maksimal pada penelitian ini terbukti.

Hasil pengolahan data penelitian ini juga memperlihatkan bahwa ada perbedaan yang sangat bermakna ($p = 0,000$) antara kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1) dengan kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2). Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian suplemen glukosa+NaCl 15 menit sebelum latihan lebih berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan pemberian suplemen glukosa. Jadi hipotesis yang menyatakan bahwa pemberian minuman glukosa+NaCl lebih meningkatkan kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan minuman glukosa pada penelitian ini terbukti. Namun demikian ada perbedaan yang tidak bermakna ($p = 0,062$) antara kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2) dengan kapasitas kerja maksimal *posttest* pada kelompok yang diberi minuman air mineral (P0).

Dari uraian pembahasan hasil penelitian di atas jelas bahwa dari tiga hipotesis yang dikemukakan, ketiganya menerima hipotesis penelitian ini. Kesimpulan analisis statistik ini berarti sejalan dengan teori-teori yang menjadi kerangka landasannya. Namun demikian, adanya perbedaan yang tidak bermakna dari peningkatan kapasitas kerja maksimal hasil latihan antara kelompok yang diberi suplemen glukosa (P2) dengan kelompok yang diberi minuman air mineral (P0) dapat memberi indikasi bahwa peranan suplemen glukosa tidak berbeda secara

bermakna dengan pemberian minuman air mineral. Dalam hal ini belum dapat ditarik suatu kesimpulan, selain karena bukan merupakan hipotesis dalam penelitian ini, juga masih memerlukan proses verifikasi lebih lanjut.

Sejak semula telah timbul asumsi bahwa suplementasi glukosa dengan natrium klorida maupun tanpa natrium klorida sebelum aktivitas fisik yang berlangsung lama dan intensif dapat meningkatkan kinerja fisik. Maka hipotesis yang mengatakan bahwa pemberian minuman glukosa (10gr%) + NaCl (0,9gr%) maupun minuman glukosa (10gr%) 15 menit sebelum latihan meningkatkan kapasitas kerja maksimal dapat diterima. Demikian pula anggapan bahwa suplemen glukosa (10gr%) dengan natrium klorida (0,9gr%) lebih meningkatkan kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan suplemen glukosa (10gr%). Bukti empiris ini memperlihatkan bahwa NaCl dalam larutan glukosa merupakan transpor yang efektif dalam kotranspor aktif (selain peranan insulin dan mekanisme difusi fasilitas) dalam mengantar glukosa melewati membran sel ke sitoplasma untuk pelepasan energi. Demikian juga, tambahan NaCl dalam larutan glukosa akan mengatasi berkurangnya NaCl yang banyak terbuang melalui keringat selama aktivitas latihan yang berlangsung lama. Tambahan NaCl dalam larutan glukosa dalam hal ini membantu mempertahankan keseimbangan osmotik antara cairan ekstraseluler dan intraseluler. Maka hipotesis yang mengatakan bahwa pemberian minuman glukosa+NaCl lebih meningkatkan kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan pemberian minuman glukosa dapat diterima. Sedangkan adanya perbedaan yang tidak bermakna antara suplemen glukosa dengan pemberian minuman air mineral

masih memerlukan verifikasi yang lebih cermat atau melalui proses penelitian lanjutan.

Ditemukannya fakta bahwa terdapat perbedaan yang tidak bermakna antara suplemen glukosa dengan pemberian minuman air mineral kemungkinan disebabkan oleh intensitas dan/atau durasi latihan yang tidak memungkinkan pemanfaatan tambahan energi dari suplemen glukosa secara optimal. Jika hal ini benar, maka ini berarti bahwa simpanan karbohidrat (glikogen) di otot dan hati digunakan dalam aktivitas latihan mempunyai peranan yang lebih besar dibandingkan dengan suplemen glukosa untuk pelepasan energi melalui proses glikogenolisis dengan bantuan hormon glukagon yang disekresi oleh kelenjar pankreas. Kemungkinan ini bisa terjadi pada subyek yang selalu mengkonsumsi karbohidrat tinggi (70% dari total kalori) selama proses pelatihan dengan kemampuan pemulihan simpanan glikogen dalam 22 jam (Wilmore dan Costill, 1994) dimana simpanan glikogen secara langsung mempengaruhi kemampuan berlatih pada *event* daya tahan. Penjelasan ini tentunya akan lebih teruji kebenarannya apabila kesemua faktor yang dapat berpengaruh terhadap hasil penelitian dapat dikendalikan.

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai suplemen glukosa baik dengan maupun tanpa elektrolit terhadap berbagai parameter kinerja fisik telah dilakukan. Wilmore dan Costill (1994) menyimpulkan beberapa hasil penelitian mengenai glukosa bahwa suplemen larutan itu sebelum melakukan aktivitas fisik dapat meningkatkan kadar glukosa darah selama aktivitas berlangsung. Penelitian Peters (1994) menunjukkan bahwa suplemen karbohidrat cair dapat memperbaiki kemampuan daya tahan selama latihan yang berlangsung lama dan intensif.

Anantaraman (1995) menyimpulkan hasil penelitiannya bahwa suplemen glukosa sebelum latihan dan pemberian secara bertahap selama berlangsungnya aktivitas yang lama keduanya sama efektifnya dalam mempertahankan *power output*.

Penelitian mengenai kekentalan larutan karbohidrat berelektrolit oleh Maughan dkk (1996) menyimpulkan bahwa baik isotonik maupun hipotonik keduanya meningkatkan kinerja pada latihan yang berlangsung lama. Penelitian Millord dkk (1997) menyimpulkan bahwa subyek yang diberi suplemen karbohidrat-elektrolit mampu berlari lebih cepat 1,6 km terakhir dari jarak tempuh 15 km dibandingkan dengan subyek yang hanya diberi air minum biasa.

Beberapa penelitian yang dikemukakan di atas maupun kesimpulan penelitian ini menunjukkan adanya bukti-bukti empiris, baik mengenai pengaruh suplemen glukosa dan natrium klorida terhadap kapasitas kerja, maupun adanya perbedaan yang tidak bermakna antara suplemen glukosa dengan minuman air mineral, perlu dikembangkan pada masa-masa yang akan datang.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa keterbatasan, antara lain: (1) diet makanan subyek selama penelitian tidak dikendalikan, (2) pengukuran kapasitas kerja maksimal tidak dilengkapi dengan peralatan EKG, dan (3) ketidakseragaman dosis latihan antar subyek penelitian.

Penelitian ini melibatkan siswa-siswa klub sepakbola pada Bagian Proyek Pembinaan Olahraga Pelajar Bidang Keolahragaan Kanwil Depdiknas Propinsi Sulawesi Tengah sebagai subyek penelitian. Pertimbangan pemilihan siswa dari klub sepakbola sebagai subyek penelitian oleh karena wadah dan peserta-latihnya diyakini terorganisir dengan baik sehingga memudahkan administrasi kegiatan

selama proses penelitian. Demikian pula persyaratan pendukung seperti kelengkapan sarana, alat bantu latihan dan perlengkapan latihan perorangan, kehadiran subyek mengikuti jadwal latihan rutin, sikap, dan motivasi berlatih. Beberapa hal ini dipertimbangkan agar kemungkinan *drop out*, serta pengeluaran biaya yang besar dapat dihindari atau ditekan seminimal mungkin. Meskipun demikian terdapat kesulitan yang tidak bisa diatasi yaitu subyek tidak ditampung dalam satu asrama.

Selama proses penelitian subyek tidak diasramakan, sehingga diet makanan selama proses penelitian ini tidak dapat dikontrol. Tidak adanya pengawasan terhadap diet subyek penelitian memungkinkan subyek itu mengkonsumsi makanan yang berbeda-beda, baik kualitas maupun variasinya, serta pengaturan jarak waktu makan dengan memulai aktivitas latihan. Diet makanan yang berbeda-beda dan jarak waktu makan dengan memulai kegiatan latihan yang tidak seragam memungkinkan hasil yang berbeda pula pada variabel yang diukur dalam penelitian ini. Hal ini dapat menyebabkan tidak terbuktinya hipotesis penelitian ini.

Selama proses pengumpulan data untuk mengetahui kapasitas kerja maksimal dari subyek dalam penelitian ini tidak dilengkapi dengan peralatan EKG (elektrokardiogram) oleh karena sulitnya memperoleh alat tersebut. Dengan demikian tidak dapat diketahui secara pasti apakah subyek telah melakukan kerja secara maksimal. Keterbatasan ini mempengaruhi akurasi pengumpulan data yang pada gilirannya akan mempengaruhi akurasi kesimpulan penelitian.

Penyajian program latihan sebagai bagian dari pelaksanaan eksperimen penelitian ini disusun berdasarkan suatu pola untuk pengembangan unsur

keterampilan, taktik dan fisik secara serempak. Dengan pola penyusunan program latihan demikian memungkinkan pelaksanaan latihan dengan intensitas yang bervariasi pada setiap subyek. Keadaan ini tidak didukung oleh tersedianya alat pemantau denyut jantung (heart rate monitor) untuk memantau intensitas latihan per subyek. Ketidakteraturan intensitas latihan antar subyek penelitian akan berpengaruh pada peningkatan kapasitas kerja maksimal setiap subyek, yang pada gilirannya juga akan mempengaruhi hasil akhir penelitian ini.

Jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 31 untuk kelompok kontrol (P0) dan 32 untuk tiap kelompok eksperimen (P1 dan P2). Jumlah tersebut berdasarkan jumlah sampel (N) terkecil dari hasil penelitian pendahuluan. Untuk meyakinkan bahwa jumlah sampel tersebut telah memenuhi persyaratan jumlah, maka dilakukan perhitungan ulang terhadap hasil penelitian sesungguhnya (lampiran 14).

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan seluruh rangkaian pelaksanaan yang telah dilaksanakan maka hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian minuman glukosa 10gr% + NaCl 0,9gr% 15 menit sebelum latihan meningkatkan kapasitas kerja maksimal 30,97 watt.
2. Pemberian minuman glukosa 10gr% 15 menit sebelum latihan meningkatkan kapasitas kerja maksimal 22,50 watt.
3. Pemberian minuman glukosa 10gr% + NaCl 0,9gr% 15 menit sebelum latihan lebih meningkatkan kapasitas kerja maksimal dibandingkan dengan minuman glukosa.

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian tersebut di atas, maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Suatu latihan yang bertujuan mengembangkan kapasitas kerja maksimal, selain program yang diberikan harus lama dan intensif, juga harus diberi suplementasi. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik disarankan memberikan suplemen glukosa+NaCl.
2. Disarankan adanya penelitian lanjutan secara khusus membandingkan suplemen glukosa dan air mineral dengan memperhatikan komposisi dan jarak waktu antara minum dan memulai latihan), dengan mengawasi diet subyek penelitian.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Amstrong RB, 1979. Energy Liberation and Use, in Strauss RH (ed), *Sport Medicine and Physiology*. Philadelphia: WB Saunders, pp. 3-28.
- Anantaraman R, Carmines AA, Gaeser GA, et al, 1995. Effect of Carbohydrate Supplementation on Performance During 1 Hour High-Intensity Exercise. *Int. J. Sport Med.* Vol. 16. NO. 7, pp. 461-465.
- Astrand PO, Rodahl K, 1986. *Textbook of Work Physiology. Physiological Basis of Exercise*. Third ed. USA: McGraw-Hill Book Company, pp. 301-341, 355-367, 413-422.
- Astrand PO, 1992. "Why Exercise?" *Med. Set. Sport Exerc*, Vol. 24. No. 2, pp. 153-162.
- Bengstrom J., Hermansen L., Hultman E., Saltin B., 1967. Diet, muscle glycogen and physical performance. In Peters HPF., 1995., *Exercise Performance as A Function of Semisolid and Liquid Carbohydrate Feedings During Prolonged Exercise*, *Int J Sport Med Vol 16, No. 2*, pp. 105-113.
- Bompa TO, 1994. *Theory and Metodology of Training, The Key to Athletic Performance*, third ed. USA: Kendall/Hunt Publishing Company, pp.1, 14-20.
- Bouchard C, 1990. *Exercise, Fitness and Health*. USA: Human Kinetics Publisher, pp. 225 - 274.
- Bowers RW, Fox EL, 1992. *Sport Physiology*. Tokyo: WB Saunders College Publishing, pp. 3-36, 152, 167-196, 230.
- Boyle M, Zyla G, 1992. *Personal Nutrition*. St. Paul Minnesota: West Educational.
- Breuer HMW, 1993. Tranceutaneous PCO₂ Monitoring for the Evaluating of The Anaerobic Threshold. *Int. J. Sport Med.* Vol. 14 (8), pp. 417-418.
- Brooks GA, Fahey TD, 1984. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. New York: John Willey & Sons, pp. 73, 1-6-133, 404- 408, 429-436.
- Brouns F, Saris WHM, Rehrer NJ, 1987. Abdominal Complaints and Gastrointestinal Function during long-lasting Exercise. *Int. J. Sport Med.* 8, pp. 175-189.
- Burke EJ, 1980. *Toward and Understanding of Human Performance*, second ed. New York: Ithaca, pp. 2-5.

Cerretelli P, 1991. Energy Sources for Muscular Exercise. *J. Sport Med.* 13, pp. S106- S110.

Costill DL, 1990. Gastric emptying of fluids during exercise. In Gisolfi and D. Lamb (Eds). *Perspectives in exercise science and sport medicine: Vol. 3. Fluid homeostasis during exercise* (pp. 97-127). Indianapolis: Benchmark Press.

Coudert J, 1992. Anaerobic performance at altitude, *Int. J. Sports Med.* Vol. 13. Suppl I, pp. 582-585.

Davis JA, 1985. Anaerobic Threshold: Review of the Concept and Direction for Future Research. *Med. Science Sport Exerc.* Vol. 17: (1), pp. 1-12

Dick FW, 1995. *Sport Training Principles*, second ed. London: A & C Black, pp. 167-168, 248-257.

Fox EL, Bowers RW, Foss ML, 1993. *The Physiological Basis for Exercise and Sport*, fifth ed. Iowa: WCB Brown & Benchmark, pp. 12-37, 451, 472- 504, 512-532, 615-616.

Freeman WH, 1991. *Peak: When it Counts. Periodization for American Tract & Field*, second ed. USA: Tafnews Press, pp. 9-13.

Ganong WF, 1991. *Review of Medical Physiology*, 17th ed. New Jersey: Prentice Hall., pp. 404-413.

Gisolfi CV, Duchman SM, 1992. Guidelines for Optimal Replacement Beverages for Different Athletic Events. *Med Sci Sport Exerc* 24: 679- 687.

Green HJ, Patla AE. Maximal Aerobic Power, Neuromuscular and Metabolic Consideration. *Med. Sci. Sport Exerc.* Vol. 24, No. 1, pp. 38-46.

Guyton AC, Hall JE, 1996. *Textbook of Medical Physiology*, ninth ed. Philadelphia: WB. Saunders Company, pp.3-4, 297-312, 349-364, 1068.

Harre D, 1982. *Principles of Sport Training. Introduction to the Theory and Methods of Training.* Berlin: Sportverlag, pp. 53-56.

Hadi S., 1990. *Metodologi Research.* Jogjakarta: Andi Offset, p. 32.

Higgins JE, Kleinbaum AP. 1985. *Introduction to Randomized Clinical Trials.* California: Family Health International, pp. 30-31.

Janssen PGJM, 1989. *Training Lactate Pulse-Rate.* Finland: Polar Electro Oy, pp. 20-96.

Lamb DR, 1984. **Physiology of Exercise: Responses and Adaptations**. New York: Macmillan Publishing Company, pp. 137-186, 230-231, 274-320.

Kent M, 1994. **The Oxford Dictionary of Sport Science and Medicine**. New York:: Oxford University Press. pp. 75, 144, 384, 411-412.

Margaria R, Aghemo P, Rovelli E, 1996. Measurement of Power (Anaerobic) in Man, *J. Appl. Physiol.* 21, pp. 1662-1664.

Marsetyo H, Kertasapoetro G, 1991. **Ilmu Gizi**. Jakarta: PT Rineka Cipta, pp. 105-114.

Mayes PA, 1985. **Harper's Review of Biochemistry**, 20nd ed. London: Lange Medical Pub. pp. 143-167.

McAlpin, Tinley's S, 1994. **Sport Endurance**. USA: Rodale Press, Emmaus Pennsylvania. pp. 7-8.

McArdle WD, Katch FI, 1988. **Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance**, second ed. Philadelphia: Lea and Febiger, pp. 80- 125.

Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M, 1993. **Metabolisme Zat Gizi: Sumber, Fungsi dan Kebutuhan bag Tubuh Manusia**. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan, pp. 148-149.

Mirkin G, Hoffman M, 1983. **The Sportsmedicine Book**. New York: Lansdowne Press, pp. 87-88.

Murray R, 1987. The Effect of Consuming Carbohydrate-Electrolyte Beverages on Gastric Emptying and Fluid Absorption During and Following Exercise. *Sport Med* 4: 322-351.

Nossek J, 1981. **General Theory of Training**. Lagos: Pan Africa Press Ltd., pp. 6-15.

Nadel ER, 1979. Temperature Regulation. In **Sport Medicine and Physiology**, Strauss RH (ed.). USA: WB Saunders Company, pp. 130-146.

Neufer PD, Costill DL, Fink WJ, Kirwan JP., Fielding RA., Flynn MG., 1986. Effect of Exercise and Carbohydrate Composition on Gastric Emptying. In Wilmore JH, Costill DL (1994). **Physiology of Sport and Exercise**. USA: Human Kinetics, pp. 372-373.

Pate RR, Branch JD, 1992. Training for Endurance Sport, *Med Sci. Sport Exerc.* vol. 24 No. 24 Supplement, pp. 340-343.

Peters HPV, Scelvel WF, Verstappen PA, de Boer RW, Bol E, Erich WBM, va der Togt CR, de Vries WR, 1995. Exercise Performance as a Function of Semisolid and

Liquid Carbohydrate Feeding During Prolonged Exercise. *Int J. Sport Med.* Vol. 16. No. 2, pp. 105-113.

Pyke FS, Woodman LR, 1991. Principle of Sport Training. In Pyke FS, eds: *Better Coaching*. Belconner: Australian Coaching Council Inc., pp. 115-23.

Rushall BS, Pyke FS, 1990. *Training for Sport and Fitness*, 1st ed. Melbourne: Macmillan Co. pp. 27-96.

Saltin B, Strange S, 1992. Maximal Oxygen Uptake, "Old" and "New" arguments for a cardiovascular limitation, *Med. Sci. Sport Exerc.* Vol. 24. No. 1. pp. 30-37.

Saltin B (editor), 1986. *Biochemistry of exercises 6*. Champaign, Illionis: Human Kinetics.

Setyawan S, Putra ST, Asnar ETP, Djatmiko A, 1996. *Pengaruh Beban Latihan Fisik Anaerobik sebagai Imunodulator*. Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, p. 36.

Smith NJ, 1979. Nutrition and The Athlete. In *Sport Medicine and Physiology*, Strauss RH (ed.). USA: WB Saunders Company, pp.271-281.

Soekarman R, 1991. *Enersi dan Sistem Enersi Predominan pada Olahraga*. Pusat Ilmu Olahraga KONI Pusat, pp. 4-28.

Sjodin B, 1981. Training Effect on Onset of Blood Lactate Accumulation and Muscle Enzyme Activities. *Med and Science in Sport and Exercise*, Vol. 13: p. 114.

Sjodin B, Svedenhag J, 1994. "Assesment of endurance capacity" In *Oxford Textbook of Sports Medicine*. New York: Oxford University Press, pp. 172, 176.

Snyder AC, 1994. A Simplified Approach to Estimating The Maximal Lactate Steady State. *Int. J. of Sport Med.* Vol. 15 (1): pp. 27-31.

Sutton JR, 1992. VO₂max New Concepts on Old Theme, *Med. Sci. Sport Exerc.* Vol. 24. No. 1, pp. 26-29.

Tanaka H, Basset DR, Swansen JR, et al., 1993. Aerobic and Anaerobic Power Characteristics of Comptitive Cyclists in the United States Cycling Federation. *Int. J. Sports Med.* Vol. 14. No. 3, pp. 3-8.

Thompson PJL, 1991. *Introduction to Coaching Theory*. Monaco: International Amateur Athletic Federation, pp. 61-66.

Tortora GJ, Grabowski SR, 1993. Principles of Anatomi and Physiology. New York: Harper Collins College Publishing, p. 16.

Urhausen AB, Weiler E, Kinderman, 1993. Individual Anaerobic Threshold and Maximum Lactate State. Int. J. Sport Med. Vol. 14. No. 3, pp. 134-135.

Venerando A, 1975. "Segi-segi Pokok dari Metodologi Latihan Olahraga", Masalah-masalah Organisasi dan Manajemen Keolahragaan. International Olympic Committee - Olympic Solidarity, pp. 253-254.

Verducci PM, 1980. Measurement Concepts in Physical Education. St. Louis, The CV Mosby Co. pp. 247-248.

Wilmore JH, Costill DL, 1994. Physiology of Sport and Exercise. USA: Human Kinetics, pp. 349-376, 536.

Zainuddin M, 1999. Metodologi Penelitian. Pascasarjana Universitas Airlangga Surabaya, p. 73.

Zumerchik J (ed.), 1997. Encyclopedia of Sport Science. New York: Simon and Schuster Macmillan, pp. 739-741.

Lampiran 1

KALENDER KEGIATAN PENELITIAN

| No | Uraian Kegiatan | Waktu | | | | | | | | |
|----|------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 2 0 0 0 | | | | | | | | |
| | | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agu | Sep | Okt | Nop |
| 1. | Studi Pustaka | X | X | X | X | X | X | X | | |
| 2. | Persiapan Usulan Penelitian | X | | | | | | | | |
| 3. | Presentase Usulan Penelitian | | X | | | | | | | |
| 4. | Pelaksanaan Penelitian | | | X | X | X | X | X | | |
| 5. | Penyusunan Data | | | | | X | | X | | |
| 6. | Analisis Data | | | | | X | | X | | |
| 7. | Penulisan Data | | | | | | | | X | |
| 8. | Penulisan Tesis | | | X | X | X | X | X | X | |
| 9. | Ujian Tesis | | | | | | | | | X |
| 10 | Revisi Tesis | | | | | | | | | X |

Lampiran 2

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama lengkap :
 Tempat/tgl.lahir :
 Sekolah asal :
 Kelas :
 Alamat :
 Nomor Telepon:.....

saya menyatakan bersedia menjadi sampel dan menaati tata tertib dalam pelaksanaan penelitian ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Menyetujui:
 Orang tua/wali siswa

Palu, April 2000
 Yang membuat pernyataan,

Mengetahui:
 Kepala Bidang Keolahragaan
 Kanwil Depdiknas Prop. Sulawesi Tengah

Drs. DA'WATI SYAMSON
 NIP. 130 341 551

Lampiran 3:

**FORMULIR PENGUKURAN TINGGI BADAN, BERAT BADAN
DAN TES KAPASITAS KERJA MAKSIMAL**

Nama :

Umur : tahun

Tinggi badan :cmmm.

Berat badan :kgons.

Tes dimulai pada : Jam

Kapasitas Kerja Maksimal :watt..

| Menit ke | Beban (kp) | RPM | Watt | Denyut nadi |
|----------|------------|-----|------|-------------|
| 0 | 0 | 60 | 0 | |
| 1 | 1,50 | 60 | 90 | |
| 2 | 1,75 | 60 | 105 | |
| 3 | 2,00 | 60 | 120 | |
| 4 | 2,25 | 60 | 135 | |
| 5 | 2,50 | 60 | 150 | |
| 6 | 2,75 | 60 | 165 | |
| 7 | 3,00 | 60 | 180 | |
| 8 | 3,25 | 60 | 195 | |
| 9 | 3,50 | 60 | 210 | |
| 10 | 3,75 | 60 | 225 | |
| 11 | 4,00 | 60 | 240 | |
| 12 | 4,25 | 60 | 255 | |
| 13 | 4,50 | 60 | 270 | |
| 14 | 4,75 | 60 | 285 | |
| 15 | 5,00 | 60 | 300 | |

Palu, 2000
Pengetcs,

Lampiran 4:

PROGRAM LATIHAN

| Pertemuan ke-1 | Pertemuan ke-2 |
|---|---|
| <p>Teknik elemen: ----- 5 menit</p> <p>1. kontrol-passing (berdua) di tempat</p> <p>2. kontrol-passing bergerak mundur</p> <p>Small-sided Games: ----- 25 menit</p> <p>1. 4-1 (satu sentuhan) -- sudut passing</p> <p>2. 4-2 (dua sentuhan) -- sudut passing</p> <p>Latihan fisik: Lari kontinyu ---- 55 menit 60-65%HRMax</p> <p>Supplementary Game: ----- 5 menit Hijau-hitam</p> | <p>Teknik elemen: ----- 5 menit</p> <p>1. passing-kontrol (segitiga) ditempat</p> <p>2. passing poros (press) bergerak mundur</p> <p>Small-sided Games: ----- 25 menit</p> <p>1. 5-2 (dua sentuhan)</p> <p>2. 6-3 (tiga sentuhan)</p> <p>Latihan Fisik: ----- 55 menit Lari interval pendek (5x1000m)</p> <p>Supplementary Game: -----5 menit Ulangan (1)</p> |
| Pertemuan ke-3 | Pertemuan ke-4 |
| <p>Teknik elemen: ----- 15 menit</p> <p>1. passing-kontrol (ikut arah bola, bertiga)</p> <p>2. bertiga+hola:passing, kejar-kembalikan</p> <p>Small-sided Games: ----- 20 menit</p> <p>1. 4-1, 5-2 (dua sentuhan)</p> <p>2. 6-3 (come from behind)</p> <p>Latihan Fisik: ----- 50 menit Interval run: 20x75m</p> <p>Supplementary Game: ----- 5 menit Ber-3, ber-4, ber-5</p> | <p>Strategi Permainan: ----- 20 menit</p> <p>Sistem pertahanan:</p> <p>1. Sistem sweeper/libero/freeback</p> <p>2. 3, 4 pemain</p> <p>3. Pertahanan daerah (zonal defence)</p> <p>4. Man-to-man marking</p> <p>Game 2x35 menit: ----- 70 menit Bermain dengan penekanan pada pola pertahanan</p> |
| Pertemuan ke-5 | Pertemuan ke-6 |
| <p>Teknik elemen: ----- 10 menit</p> <p>1. dribble: kaki bagian dalam dan luar</p> <p>2. dribble: punggung kaki (kiri/kanan)</p> <p>Small-sided Games: ----- 25 menit</p> <p>1. 4-2 (dua sentuhan)</p> <p>2. 2-1, 1 gwg bebas sentuhan intrv.intensif</p> <p>Latihan fisik: ----- 50 menit Lari Interval: 6x75, 8x50m, 10x25m - 95%HRMax.</p> <p>Supplementary Game: ----- 5 menit Lomba dalam kelompok gulir bola dalam kangkangan adu cepat selesai</p> | <p>Teknik elemen: ----- 15 menit</p> <p>1. Feinting: kepping model 3</p> <p>2. Feinting: kepping model 4</p> <p>Small-sided Games: ----- 25 menit</p> <p>1. 4-2</p> <p>2. 3-3-3, 3 gawang</p> <p>Latihan fisik: ----- 45 menit Fisik dg bola: 3x10 item</p> <p>Supplementary game: ----- 5 menit Ulangan (4)</p> |

| Pertemuan ke-7 | Pertemuan ke-8 |
|---|--|
| Teknik elemen: ----- 15 menit 1. Feinting: kepping model 1 2. Feinting: kepping model 2 Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 5-1 (wallpass tinggalkan tempat) 2. 3-3/4-4, shot dari belakang gawang Latihan fisik: ----- 45 menit Fisik dg bola: 3x10 item Supplementary game: ----- 5 menit Dalam lingkaran: tip-kejar | Strategi permainan: ----- 20 menit Sistem penyerangan: 1. Striker tunggal dan Double striker 2. Second striker 3. Peran pemain sayap 4. Pola gigi gergaji 5. Wallpass 1-2 6. Permutasi (kombinasi pusat) 7. The "Whirl" Game 2x40 menit: ----- 70 menit Bermain dengan penekanan pada serangan |
| Pertemuan ke-9 | Pertemuan ke-10 |
| Teknik elemen: ----- 10 menit 1. Trapping: sela kaki (kangkangan) 2. Trapping: salah satu sisi 3. Trapping: double Complex exercise: ----- 10 menit 1. Berbagai model shot (ber2) 2. Berbagai model shot (ber3) Small-sided Games: ----- 20 menit 1. 5-2: wallpass/tinggalkan tempat 2. 5-5: pola 1-3-1 Latihan fisik: ----- 45 menit Sircuit training: 3x10 pos Supplementary Game: ----- 5 menit Ulangan (13) | Teknik elemen: ----- 10 menit 1. Dribble-backpass (sol) 2. Dribble-backpass (heel) Complex exercise: ----- 10 menit 1. Dribble-sol-pass (berpasangan) 2. Dribble-heelpass (berpasangan) Small-sided Games: ----- 20 menit 1. 5-3, bebas sentuhan 2. 4-4, gawang kecil Latihan fisik: ----- 45 menit Shuttle-run: 25x4x10m Supplementary game: ----- 5 menit Ulangan (5) |
| Pertemuan ke-11 | Pertemuan ke-12 |
| Teknik elemen: ----- 10 menit 1. Feinting: kepping model 5 2. Feinting: kepping model 6 Complex exercise: ----- 10 menit 1. Kepping model 5: lawan pasif 2. Kepping model 6: lawan pasif 3. Kepping model 5: lawan aktif 4. Kepping model 6: lawan aktif Small-sided Games: ----- 20 menit 1. 5-5: pola 2-1-2, 1-3-1 2. 3-2 (gw) - feinting Latihan fisik: ----- 45 menit Shuttle run 10x4x10m Supplementary Game: ----- 5 menit Ulangan (7) | Strategi Permainan: ----- 20 menit Taktik bola diam/mati 1. Tendangan sudut 2. Lemparan ke dalam 3. Tendangan penalty 4. Tendangan bebas 5. Kick off Game 2x35 menit: ----- 70 menit Bermain dengan set play pada taktik bola diam/mati |

| Pertemuan ke-13 | Pertemuan ke-14 |
|--|--|
| Teknik clemen: ----- 15 menit 1. Feinting: kepping model 7 2. Feinting: kepping model 8 Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 4-2 (bebas sentuhan) 2. 3-3: 1-1-1 (area sempit) Latihan fisik: ----- 45 menit Akselerasi: 25x (20m-20m-20m) Supplementary Game: 10 vs 10 main bola berjalan pada lapangan besar | Teknik clemen: ----- 10 menit 1. Passing: longpass- kontrol 2. Shot (dari arah gawang, berlawanan) Complex exercise: ----- 10 menit 1. Heading (ballfeeling) berpasangan 2. Heading pertahanan Small-sided Games: ----- 20 menit 1. 5-2: bebas sentuhan 2. 7-7: 2-3-2; 3-3: 1-1-1 (area sempit) Latihan Fisik: ----- 45 menit Akselerasi: 20x20m-10m-20m Supplementary Game: ----- 5 menit Dalam lingkaran: adu cepat selesai menggulirkan bola |
| Pertemuan ke-15 | Pertemuan ke-16 |
| Complex exercise: ----- 10 menit 1. come from behind 2. come from behind wallpass 2 Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 3-2 (interval intensif) 2. 5-5 (pola:1-3-1) Latihan fisik: ----- 50 menit Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (13) | Strategi Permainan: ----- 10 menit Bermain dengan pola pilihan: 1. Pola 3-5-2 2. Pola 4-4-2 3. Pola 4-3 ¹ / ₂ -2 ¹ / ₂ 4. Pola 4-5-1 Game 2x40 menit: ----- 80 menit Perubahan pola dengan 3-5-2 sebagai dasar |
| Pertemuan ke-17 | Pertemuan ke-18 |
| Teknik elemen: ----- 10 menit 1. Dribbling-feinting model 9 2. Dribbling-feinting model 10 3. Dribbling-feinting model 11 Complex exercise: ----- 10 menit 1. Dribbling-feinting model 9 lawan pasif 2. Dribbling-feinting model 10 lawan pasif 3. Dribbling-feinting model 11 lawan pasif Small-sided Games ----- 20 menit 1. 5-3 bebas sentuhan 2. 6-6: pola 1-3-2 Latihan fisik: ----- 45 menit Sircuit training: 3x10 pos Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (14) | Complex exercise: ----- 10 menit 1. Feinting model 3: lawan pasif 2. Feinting model 4: lawan aktif Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 4-1 (2x sentuhan) 2. 5-5 (pola 1-3-1) Latihan fisik: ----- 50 menit Shuttle-run 25x4x10m Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (5) |

| | |
|---|--|
| Pertemuan ke-19 | Pertemuan ke-20 |
| Complex exercise: ----- 10 menit 1. passing 2x kontrol bergerak ke depan 2. wallpass model 1 dan 2 Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 5-2 heelpass/solpass 2. 5-3 + gawang Latihan fisik: ----- 50 menit Lari kontinyu (70-75%HRmax) Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (7) | Strategi Permainan: ----- 20 menit 1. Sistem blok 2. Peranan gelandang 3. Peranan Wingback 4. Membantu pertahanan 5. Membantu penyerangan Game 2x35 menit: ----- 70 menit Bermain dengan penekanan pada sistem blok |
| Pertemuan ke-21 | Pertemuan ke-22 |
| Complex exercise: ----- 10 menit 1. passing daerah baru (bertiga) 2. passing daerah baru tidak ada tempat kosong (bertiga, segi empat) Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 4-2 (3x kontrol) 2. 6-6 (pola: 2-1-3) 2 gawang kecil Latihan fisik: ----- 50 menit Sirkuit keterampilan (3x10 item) Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (7) | Complex exercise: ----- 10 menit 1. dribble-pass (jauh, bertiga) 2. dribble (bertiga) come from behind Small-sided Games: ----- 30 menit 1. 5-3 (shot) 2. 6-6 (serang dari belakang gawang) Latihan fisik: ----- 45 menit Sirkuit kontinyu (keterampilan) 6x5 item Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (4) |
| Pertemuan ke-23 | Pertemuan ke-24 |
| Complex exercise: ----- 10 menit 1. Feinting model 1: lawan passif 2. Feinting model 2: lawan aktif Small-sided Games: ----- 25 menit 1. 5-2 bebas sentuhan 2. 6-6 passing games Latihan fisik: ----- 50 menit Lari kontinyu 70-75%HRmax Supplementary Games: ----- 5 menit Ulangan (3) | Strategi Permainan: ----- 10 menit Serangan balik: 1. Peran pemain poros (Freeback dan breaker) 2. Peran wingback Game 2x40 menit: ----- 80 menit Bermain dengan penekanan pada strategi serangan balik |

Lampiran 5:

MENGHITUNG BESAR SAMPEL HASIL PENELITIAN PENDAHULUAN

Untuk mengetahui besar sampel yang diperlukan dalam penelitian ini maka dilakukan penelitian pendahuluan selama 6 minggu masa perlakuan. Sebanyak 15 subyek berumur 15-17 tahun ditarik secara *proportional random sampling* dari populasi siswa Sekolah Sepakbola Putra Surabaya. Data dan hasil analisisnya adalah ssebagai berikut :

A. Data

| No. | Subyek | Kelompok | Pretest | Posttest |
|-----|--------|----------|---------|----------|
| 1. | RSK | Air Min | 142 | 158 |
| 2. | HRK | Air Min | 194 | 197 |
| 3. | DDJ | Air Min | 228 | 233 |
| 4. | FRS | Air Min | 241 | 254 |
| 5. | HMU | Air Min | 257 | 233 |
| 6. | EKP | CHO-NaCl | 175 | 202 |
| 7. | HFH | CHO-NaCl | 201 | 207 |
| 8. | ANR | CHO-NaCl | 201 | 224 |
| 9. | MGS | CHO-NaCl | 244 | 262 |
| 10. | MLS | CHO-NaCl | 248 | 262 |
| 11. | EKN | CHO | 152 | 187 |
| 12. | AMZ | CHO | 192 | 214 |
| 13. | JKR | CHO | 197 | 200 |
| 14. | SDK | CHO | 219 | 224 |
| 15. | SPY | CHO | 241 | 226 |

Keterangan: Air Min = Kelompok yang diberi minuman air mineral (P0)
 CHO-NaCl = Kelompok yang diberi suplemen glukosa+NaCl (P1)
 CHO = Kelompok yang diberi suplemen giukosa (P2)

B. Analisis Data

Diketahui:

$$S1 = 29,10 \quad S2 = 16,56 \quad X1 = 231,4 \quad X2 = 210,2$$

Keterangan:

S1 = simpang baku kelompok perlakuan I (P1)

S2 = simpang baku keiompok perlakuan II (P2)

X1 = nilai rata-rata kelompok perlakuan I (P1)

X2 = nilai rata-rata kelompok perlakuan II (P2)

$$Sc = \sqrt{\frac{S1^2 + S2^2}{2}} \text{ -----> dihitung } Sc = 23,675$$

$$n1 = \frac{1}{1-f} \cdot \frac{2(Za + Zb)^2 \cdot Sc^2}{(X1 - X2)^2} \text{ -----> } n1 = 27,562 \text{ (pembulatan = 28)}$$

jadi besar sampel dalam penelitian ini adalah 28

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
KANTOR WILAYAH
PROVINSI SULAWESI TENGAH

116

Alamat : Jalan Setia Budi No. 9 Palu

Telpon. 421290, 421090, 421190



Faksimile : (0451) 428490

SURAT – KETERANGAN

Nomor : 113/I24.11/CR/2000

Kepala Bidang Keolahragaan Kanwil Depdiknas Provinsi Sulawesi Tengah menerangkan bahwa :

N a m a : Muhammad Ramli Drs.
N i m : 099813086/M
Program Studi : Ilmu kesehatan Olahraga pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.
Instansi asal : SMUN 1 Palu
A l a m a t : Jalan Jeruk 26 B Palu

Sehubungan dengan penelitian dalam rangka penulisan tesis dengan judul “PEMBANDINGAN PENGARUH PEMBERIAN MINUMAN CLUKOSA DENGAN TANPA NATRIUM KLOORIDA SEBELUM LATIHAN TERHADAP KAPASITAS KERJA MAKSIMAL” dengan subyek penelitian Olahragawan Sepak Bola pelajar di Kotamadya Palu telah menyelesaikan kegiatan – kegiatan sebagai berikut :

1. Penarikan sample, sejumlah 104 orang tanggal 28 Juli 2000
2. Pemeriksaan kesehatan subyek 29 s.d 30 Juli 2000
3. Pelaksanaan pretest tanggal 31 Juli s.d 2 Agustus 2000
4. Pembagian kelompok tanggal 3 Agustus 2000
5. Pelaksanaan latihan (pemberian perlakuan) 4 kali perminggu Tgl.4 Agustus s.d 14 September 2000
6. Pelaksanaan Posttest tanggal 16 s.d 18 September 2000

Demikian keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Palu, 19 September 2000

Kepala Bidang Keolahragaan,



Drs. DA'WATI SYAMSON
 NIP. 130341551

Lampiran 7 :

| | nama | umur | tb | bb |
|----|-------|-------|--------|-------|
| 1 | muc | 17,00 | 161,20 | 58,60 |
| 2 | ron | 17,00 | 166,00 | 49,50 |
| 3 | mub | 17,00 | 164,00 | 45,30 |
| 4 | iwa | 16,00 | 160,50 | 44,50 |
| 5 | m hu | 16,00 | 163,50 | 45,60 |
| 6 | imr | 17,00 | 166,60 | 58,40 |
| 7 | ma'r | 17,00 | 159,00 | 49,00 |
| 8 | tin | 17,00 | 165,50 | 48,00 |
| 9 | iqb | 17,00 | 159,50 | 51,20 |
| 10 | ikr | 17,00 | 156,60 | 52,70 |
| 11 | anc | 16,00 | 157,50 | 44,00 |
| 12 | arf | 16,00 | 157,80 | 47,20 |
| 13 | and | 16,00 | 158,90 | 49,80 |
| 14 | saif | 16,00 | 164,20 | 46,20 |
| 15 | sutr | 15,00 | 166,00 | 45,40 |
| 16 | gunt | 15,00 | 161,40 | 5,60 |
| 17 | lukm | 15,00 | 165,10 | 57,40 |
| 18 | ronn | 16,00 | 160,20 | 54,60 |
| 19 | aki | 15,00 | 157,60 | 40,10 |
| 20 | riz | 17,00 | 165,80 | 59,00 |
| 21 | her | 17,00 | 165,30 | 57,00 |
| 22 | agu | 17,00 | 165,00 | 45,20 |
| 23 | sofy | 16,00 | 159,80 | 50,20 |
| 24 | m hid | 16,00 | 160,40 | 50,60 |
| 25 | sofy | 15,00 | 149,00 | 36,00 |
| 26 | agu | 15,00 | 158,50 | 51,90 |
| 27 | isno | 15,00 | 165,20 | 59,50 |
| 28 | tau | 15,00 | 167,30 | 56,20 |

| | nama | umur | tb | bb |
|----|------|-------|--------|-------|
| 29 | ala | 15,00 | 141,20 | 40,90 |
| 30 | agu | 15,00 | 160,80 | 54,50 |
| 31 | ema | 15,00 | 156,80 | 49,00 |
| 32 | dod | 17,00 | 167,90 | 64,50 |
| 33 | yan | 16,00 | 159,10 | 57,00 |
| 34 | zul | 17,00 | 158,50 | 40,90 |
| 35 | rism | 17,00 | 158,90 | 49,80 |
| 36 | ed | 15,00 | 158,00 | 48,30 |
| 37 | wah | 17,00 | 158,50 | 50,00 |
| 38 | sya | 17,00 | 156,80 | 44,50 |
| 39 | har | 16,00 | 165,60 | 54,90 |
| 40 | nasr | 17,00 | 148,50 | 36,80 |
| 41 | miq | 17,00 | 162,20 | 49,80 |
| 42 | hen | 17,00 | 148,50 | 36,80 |
| 43 | lukm | 16,00 | 164,50 | 59,20 |
| 44 | aco | 16,00 | 159,00 | 47,90 |
| 45 | ans | 16,00 | 168,90 | 5,60 |
| 46 | uco | 16,00 | 165,20 | 55,20 |
| 47 | riva | 15,00 | 162,20 | 43,20 |
| 48 | ahl | 15,00 | 164,60 | 57,50 |
| 49 | aco | 15,00 | 162,50 | 45,90 |
| 50 | fari | 17,00 | 159,90 | 50,00 |
| 51 | eriy | 17,00 | 156,80 | 48,90 |
| 52 | ifu | 17,00 | 162,60 | 53,80 |
| 53 | khus | 17,00 | 166,50 | 54,80 |
| 54 | rusl | 15,00 | 156,80 | 49,00 |
| 55 | fari | 17,00 | 157,60 | 38,10 |
| 56 | suk | 16,00 | 163,60 | 57,80 |

| | nama | umur | tb | bb |
|----|------|-------|--------|-------|
| 57 | nasr | 16,00 | 162,40 | 49,70 |
| 58 | jeff | 15,00 | 156,70 | 48,90 |
| 59 | chol | 16,00 | 160,30 | 45,20 |
| 60 | stop | 15,00 | 167,30 | 56,20 |
| 61 | rull | 15,00 | 164,60 | 57,00 |
| 62 | rya | 15,00 | 151,10 | 38,50 |
| 63 | iks | 15,00 | 155,60 | 35,90 |
| 64 | putr | 17,00 | 156,50 | 44,50 |
| 65 | eric | 16,00 | 167,00 | 64,10 |
| 66 | don | 17,00 | 156,80 | 46,00 |
| 67 | ibr | 17,00 | 167,20 | 49,20 |
| 68 | asn | 15,00 | 157,50 | 47,50 |
| 69 | mas | 17,00 | 166,40 | 49,50 |
| 70 | pas | 17,00 | 163,50 | 44,50 |
| 71 | fakh | 17,00 | 154,60 | 45,90 |
| 72 | hida | 17,00 | 169,20 | 65,20 |
| 73 | ari | 17,00 | 157,50 | 45,00 |
| 74 | asd | 17,00 | 158,30 | 50,90 |
| 75 | arie | 16,00 | 157,80 | 47,20 |
| 76 | man | 16,00 | 167,50 | 43,00 |
| 77 | isr | 16,00 | 160,20 | 37,30 |
| 78 | iwa | 15,00 | 155,40 | 47,30 |
| 79 | mukh | 15,00 | 165,50 | 56,10 |
| 80 | akh | 15,00 | 168,50 | 53,50 |
| 81 | akb | 17,00 | 162,50 | 51,20 |
| 82 | fais | 17,00 | 159,60 | 51,00 |
| 83 | bud | 16,00 | 159,50 | 48,50 |
| 84 | ron | 16,00 | 159,70 | 52,00 |

| | nama | umur | tb | bb |
|----|------|-------|--------|-------|
| 85 | tof | 17,00 | 164,50 | 58,50 |
| 86 | ret | 16,00 | 163,70 | 56,90 |
| 87 | her | 17,00 | 163,50 | 44,50 |
| 88 | ram | 16,00 | 162,30 | 55,70 |
| 89 | arm | 15,00 | 160,50 | 45,20 |
| 90 | syar | 15,00 | 153,00 | 39,20 |
| 91 | fad | 15,00 | 156,80 | 47,00 |
| 92 | yan | 17,00 | 168,00 | 55,70 |
| 93 | sof | 15,00 | 149,00 | 36,00 |
| 94 | sah | 16,00 | 158,60 | 50,30 |
| 95 | arh | 15,00 | 145,00 | 34,90 |
| 96 | agu | 15,00 | 159,00 | 51,50 |

Lampiran 8 :

| | kkm1 | kkm2 | bedkkm | kel | nama |
|----|--------|--------|--------|----------|-------|
| 1 | 210,00 | 240,00 | 30,00 | CHO-NACL | muc |
| 2 | 195,00 | 240,00 | 45,00 | CHO-NACL | ron |
| 3 | 195,00 | 225,00 | 30,00 | CHO-NACL | mub |
| 4 | 195,00 | 225,00 | 30,00 | CHO-NACL | iwa |
| 5 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | CHO-NACL | m hu |
| 6 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | CHO-NACL | imr |
| 7 | 195,00 | 225,00 | 30,00 | CHO-NACL | ma'r |
| 8 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO-NACL | tin |
| 9 | 180,00 | 225,00 | 45,00 | CHO-NACL | iqb |
| 10 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO-NACL | ikr |
| 11 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO-NACL | anc |
| 12 | 180,00 | 180,00 | ,00 | CHO-NACL | arf |
| 13 | 180,00 | 225,00 | 45,00 | CHO-NACL | and |
| 14 | 180,00 | 180,00 | ,00 | CHO-NACL | saif |
| 15 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO-NACL | sutr |
| 16 | 180,00 | 225,00 | 45,00 | CHO-NACL | gunt |
| 17 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO-NACL | lukm |
| 18 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO-NACL | ronn |
| 19 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO-NACL | aki |
| 20 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO-NACL | riz |
| 21 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | CHO-NACL | her |
| 22 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | CHO-NACL | agu |
| 23 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | CHO-NACL | sofy |
| 24 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | CHO-NACL | m hid |
| 25 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | CHO-NACL | sofy |
| 26 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | CHO-NACL | agu |
| 27 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | CHO-NACL | isno |
| 28 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | CHO-NACL | tau |

| | kkm1 | kkm2 | bedkkm | kel | nama |
|----|--------|--------|--------|----------|------|
| 29 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | CHO-NACL | ala |
| 30 | 150,00 | 210,00 | 60,00 | CHO-NACL | agu |
| 31 | 150,00 | 195,00 | 45,00 | CHO-NACL | ema |
| 32 | 210,00 | 240,00 | 30,00 | CHO | dod |
| 33 | 195,00 | 195,00 | ,00 | CHO | yan |
| 34 | 195,00 | 225,00 | 30,00 | CHO | zul |
| 35 | 195,00 | 195,00 | ,00 | CHO | rism |
| 36 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | CHO | ed |
| 37 | 195,00 | 225,00 | 30,00 | CHO | wah |
| 38 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | CHO | sya |
| 39 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | har |
| 40 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | nasr |
| 41 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | miq |
| 42 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO | hen |
| 43 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO | lukm |
| 44 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | aco |
| 45 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | ans |
| 46 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO | uco |
| 47 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO | riva |
| 48 | 180,00 | 225,00 | 45,00 | CHO | ahl |
| 49 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | CHO | aco |
| 50 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | fari |
| 51 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | CHO | eriy |
| 52 | 180,00 | 225,00 | 45,00 | CHO | ifu |
| 53 | 180,00 | 180,00 | ,00 | CHO | khus |
| 54 | 180,00 | 180,00 | ,00 | CHO | rusl |
| 55 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | CHO | fari |
| 56 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | CHO | suk |

| | kkm1 | kkm2 | bedkkm | kel | nama |
|----|--------|--------|--------|---------|------|
| 57 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | CHO | nasr |
| 58 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | CHO | jeff |
| 59 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | CHO | chol |
| 60 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | CHO | stop |
| 61 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | CHO | rull |
| 62 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | CHO | rya |
| 63 | 150,00 | 195,00 | 45,00 | CHO | iks |
| 64 | 210,00 | 225,00 | 15,00 | AIR MIN | putr |
| 65 | 210,00 | 210,00 | ,00 | AIR MIN | eric |
| 66 | 195,00 | 195,00 | ,00 | AIR MIN | don |
| 67 | 195,00 | 195,00 | ,00 | AIR MIN | ibr |
| 68 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | AIR MIN | asn |
| 69 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | AIR MIN | mas |
| 70 | 195,00 | 210,00 | 15,00 | AIR MIN | pas |
| 71 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | fakh |
| 72 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | hida |
| 73 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | AIR MIN | ari |
| 74 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | asd |
| 75 | 180,00 | 180,00 | ,00 | AIR MIN | arie |
| 76 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | man |
| 77 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | isr |
| 78 | 180,00 | 180,00 | ,00 | AIR MIN | iwa |
| 79 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | mukh |
| 80 | 180,00 | 180,00 | ,00 | AIR MIN | akh |
| 81 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | akb |
| 82 | 180,00 | 195,00 | 15,00 | AIR MIN | fais |
| 83 | 180,00 | 180,00 | ,00 | AIR MIN | bud |
| 84 | 180,00 | 180,00 | ,00 | AIR MIN | ron |

| | kkm1 | kkm2 | bedkkm | kel_ | nama |
|----|--------|--------|--------|---------|------|
| 85 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | AIR MIN | tof |
| 86 | 180,00 | 210,00 | 30,00 | AIR MIN | ret |
| 87 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | AIR MIN | her |
| 88 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | AIR MIN | ram |
| 89 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | AIR MIN | arm |
| 90 | 165,00 | 210,00 | 45,00 | AIR MIN | syar |
| 91 | 165,00 | 195,00 | 30,00 | AIR MIN | fad |
| 92 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | AIR MIN | yan |
| 93 | 165,00 | 180,00 | 15,00 | AIR MIN | sof |
| 94 | 150,00 | 180,00 | 30,00 | AIR MIN | sah |
| 95 | 150,00 | 195,00 | 45,00 | AIR MIN | arh |
| 96 | , | , | , | , | agu |

NPar Tests

KELOMPOK = CHO-NACL

Descriptive Statistics^a

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|---------|----|----------|----------------|---------|---------|
| KKM PRE | 31 | 177,5806 | 14,0161 | 150,00 | 210,00 |
| KKM POS | 31 | 208,5484 | 15,6628 | 180,00 | 240,00 |

a. KELOMPOK = CHO-NACL

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | KKM PRE | KKM POS |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|
| N | | 31 | 31 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 177,5806 | 208,5484 |
| | Std. Deviation | 14,0161 | 15,6628 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,214 | ,214 |
| | Positive | ,206 | ,205 |
| | Negative | -,214 | -,214 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,190 | 1,193 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,118 | ,116 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = CHO-NACL

KELOMPOK = CHO

Descriptive Statistics^a

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|---------|----|----------|----------------|---------|---------|
| KKM PRE | 32 | 179,0625 | 12,6004 | 150,00 | 210,00 |
| KKM POS | 32 | 201,5625 | 15,6801 | 180,00 | 240,00 |

a. KELOMPOK = CHO

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | KKM PRE | KKM POS |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|
| N | | 32 | 32 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 179,0625 | 201,5625 |
| | Std. Deviation | 12,6004 | 15,6801 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,252 | ,225 |
| | Positive | ,252 | ,225 |
| | Negative | -,248 | -,150 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,232 | 1,271 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,081 | ,079 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = CHO

KELOMPOK = AIR MIN**Descriptive Statistics^a**

| | N | Mean | Std. Deviation | Minimum | Maximum |
|---------|----|----------|----------------|---------|---------|
| KKM PRE | 32 | 179,0625 | 14,2239 | 150,00 | 210,00 |
| KKM POS | 32 | 195,4688 | 12,9116 | 180,00 | 225,00 |

a. KELOMPOK = AIR MIN

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

| | | KKM PRE | KKM POS |
|----------------------------------|----------------|----------|----------|
| N | | 32 | 32 |
| Normal Parameters ^{a,b} | Mean | 179,0625 | 195,4688 |
| | Std. Deviation | 14,2239 | 12,9116 |
| Most Extreme Differences | Absolute | ,255 | ,202 |
| | Positive | ,255 | ,202 |
| | Negative | -,245 | -,182 |
| Kolmogorov-Smirnov Z | | 1,242 | 1,143 |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | | ,083 | ,147 |

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. KELOMPOK = AIR MIN

RERATA DAN SIMPANG BAKU KEPASITAS KERJA MAKSIMAL RESPONDEN MENURUT KETIGA KELOMPOK

| | KELOMPOK | | | | | |
|---------|----------|---------|--------|---------|---------|---------|
| | CHO-NACL | | CHO | | AIR MIN | |
| | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev |
| KKM PRE | 177,58 | 14,02 | 179,06 | 12,60 | 179,06 | 14,22 |
| KKM POS | 208,55 | 15,66 | 201,56 | 15,68 | 195,47 | 12,91 |

RERATA DAN SIMPANG BAKU UMUR, TINGGI BADAN DAN BERAT BADAN RESPONDEN MENURUT KETIGA KELOMPOK

| | KELOMPOK | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|---------|
| | CHO-NACL | | CHO | | AIR MIN | |
| | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev | Mean | Std Dev |
| UMUR | 16,00 | ,86 | 16,09 | ,86 | 16,16 | ,85 |
| TINGGI BADAN | 160,85 | 5,43 | 160,35 | 5,14 | 160,50 | 5,71 |
| BERAT BADAN | 48,49 | 9,95 | 47,86 | 10,62 | 48,85 | 7,15 |

Lampiran 12 :

T-Test**KELOMPOK = CHO-NACL****Paired Samples Statistics^a**

| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|---------|----------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | KKM PRE | 177,5806 | 31 | 14,0161 | 2,5174 |
| | KKM POS | 208,5484 | 31 | 15,6628 | 2,8131 |

a. KELOMPOK = CHO-NACL

Paired Samples Test^a

| | | Paired Differences | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|--------|-------------------|--------------------|----------|-----------------|---------|----|-----------------|
| | | Mean | Std. Dev | Std. Error Mean | | | |
| Pair 1 | KKM PRE - KKM POS | -30,9677 | 13,930 | 2,5018 | -12,378 | 30 | ,000 |

a. KELOMPOK = CHO-NACL

KELOMPOK = CHO**Paired Samples Statistics^a**

| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|---------|----------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | KKM PRE | 179,0625 | 32 | 12,6004 | 2,2275 |
| | KKM POS | 201,5625 | 32 | 15,6801 | 2,7719 |

a. KELOMPOK = CHO

Paired Samples Test^a

| | | Paired Differences | | | t | df | Sig. (2-tailed) |
|--------|-------------------|--------------------|----------|-----------------|--------|----|-----------------|
| | | Mean | Std. Dev | Std. Error Mean | | | |
| Pair 1 | KKM PRE - KKM POS | -22,5000 | 13,7372 | 2,4284 | -9,265 | 31 | ,000 |

a. KELOMPOK = CHO

KELOMPOK = AIR MIN**Paired Samples Statistics^a**

| | | Mean | N | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------|---------|----------|----|----------------|-----------------|
| Pair 1 | KKM PRE | 179,0625 | 32 | 14,2239 | 2,5144 |
| | KKM POS | 195,4688 | 32 | 12,9116 | 2,2825 |

a. KELOMPOK = AIR MIN

Paired Samples Test^a

| | | Paired Differences | | | | | |
|--------|-------------------|--------------------|----------|-----------------|--------|----|-----------------|
| | | Mean | Std. Dev | Std. Error Mean | t | df | Sig. (2-tailed) |
| Pair 1 | KKM PRE - KKM POS | -16,4063 | 13,3944 | 2,3678 | -6,929 | 31 | ,000 |

a. KELOMPOK = AIR MIN

Oneway**Descriptives**

KKM PRE

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | Minimum | Maximum |
|----------|----|----------|----------------|------------|---------|---------|
| CHO-NACL | 31 | 177,5806 | 14,0161 | 2,5174 | 150,00 | 210,00 |
| CHO | 32 | 179,0625 | 12,6004 | 2,2275 | 150,00 | 210,00 |
| AIR MIN | 32 | 179,0625 | 14,2239 | 2,5144 | 150,00 | 210,00 |
| Total | 95 | 178,5789 | 13,5007 | 1,3851 | 150,00 | 210,00 |

Test of Homogeneity of Variances

KKM PRE

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| ,375 | 2 | 92 | ,688 |

ANOVA

KKM PRE

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|------|------|
| Between Groups | 45,860 | 2 | 22,930 | ,123 | ,884 |
| Within Groups | 17087,298 | 92 | 185,732 | | |
| Total | 17133,158 | 94 | | | |

General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

| PREPOS | Dependent Variable |
|--------|--------------------|
| 1 | KKM1 |
| 2 | KKM2 |

Between-Subjects Factors

| | Value Label | N | |
|----------|-------------|----------|----|
| KELOMPOK | 1,00 | CHO-NACL | 31 |
| | 2,00 | CHO | 32 |
| | 3,00 | AIR MIN | 32 |

Descriptive Statistics

| | KELOMPOK | Mean | Std. Deviation | N |
|---------|----------|----------|----------------|----|
| KKM PRE | CHO-NACL | 177,5806 | 14,0161 | 31 |
| | CHO | 179,0625 | 12,6004 | 32 |
| | AIR MIN | 179,0625 | 14,2239 | 32 |
| | Total | 178,5789 | 13,5007 | 95 |
| KKM POS | CHO-NACL | 208,5484 | 15,6628 | 31 |
| | CHO | 201,5625 | 15,6801 | 32 |
| | AIR MIN | 195,4688 | 12,9116 | 32 |
| | Total | 201,7895 | 15,5898 | 95 |

Multivariate Tests^b

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. |
|--------------|--------------------|-------|----------------------|---------------|----------|------|
| PREPOS | Pillai's Trace | ,749 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| | Wilks' Lambda | ,251 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| | Hotelling's Trace | 2,990 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| | Roy's Largest Root | 2,990 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| PREPOS * KEL | Pillai's Trace | ,163 | 8,977 ^a | 2,000 | 92,000 | ,000 |
| | Wilks' Lambda | ,837 | 8,977 ^a | 2,000 | 92,000 | ,000 |
| | Hotelling's Trace | ,195 | 8,977 ^a | 2,000 | 92,000 | ,000 |
| | Roy's Largest Root | ,195 | 8,977 ^a | 2,000 | 92,000 | ,000 |

a. Exact statistic

b.

Design: Intercept+KEL

Within Subjects Design: PREPOS

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: MEASURE_1

| Source | PREPOS | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---------------|--------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| PREPOS | Linear | 25762,318 | 1 | 25762,318 | 275,074 | ,000 |
| PREPOS * KEL | Linear | 1681,551 | 2 | 840,776 | 8,977 | ,000 |
| Error(PREPOS) | Linear | 8616,343 | 92 | 93,656 | | |

Estimated Marginal Means

1. KELOMPOK

Estimates

Measure: MEASURE_1

| KELOMPOK | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|----------|---------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| CHO-NACL | 193,065 | 2,240 | 188,616 | 197,513 |
| CHO | 190,313 | 2,205 | 185,934 | 194,691 |
| AIR MIN | 187,266 | 2,205 | 182,887 | 191,644 |

2. PREPOS**Estimates**

Measure: MEASURE_1

| PREPOS | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|--------|---------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 178,569 | 1,398 | 175,791 | 181,346 |
| 2 | 201,860 | 1,519 | 198,844 | 204,876 |

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

| (I) PREPOS | (J) PREPOS | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|------------|------------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -23,291* | 1,404 | ,000 | -26,080 | -20,502 |
| 2 | 1 | 23,291* | 1,404 | ,000 | 20,502 | 26,080 |

Based on estimated marginal means

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

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

Multivariate Tests

| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. |
|--------------------|-------|----------------------|---------------|----------|------|
| Pillai's trace | ,749 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| Wilks' lambda | ,251 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| Hotelling's trace | 2,990 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |
| Roy's largest root | 2,990 | 275,074 ^a | 1,000 | 92,000 | ,000 |

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

a. Exact statistic

3. KELOMPOK * PREPOS

Measure: MEASURE_1

| KELOMPOK | PREPOS | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|----------|--------|---------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| CHO-NACL | 1 | 177,581 | 2,448 | 172,719 | 182,442 |
| | 2 | 208,548 | 2,658 | 203,269 | 213,827 |
| CHO | 1 | 179,063 | 2,409 | 174,278 | 183,847 |
| | 2 | 201,563 | 2,616 | 196,367 | 206,758 |
| AIR MIN | 1 | 179,063 | 2,409 | 174,278 | 183,847 |
| | 2 | 195,469 | 2,616 | 190,273 | 200,665 |

Univariate Analysis of Variance and Covariance

Between-Subjects Factors

| | Value Label | N |
|---------------|-------------|----|
| KELOMPOK 1,00 | CHO-NACL | 31 |
| 2,00 | CHO | 32 |
| 3,00 | AIR MIN | 32 |

Descriptive Statistics

Dependent Variable: KKM POS

| KELOMPOK | Mean | Std. Deviation | N |
|----------|----------|----------------|----|
| CHO-NACL | 208,5484 | 15,6628 | 31 |
| CHO | 201,5625 | 15,6801 | 32 |
| AIR MIN | 195,4688 | 12,9116 | 32 |
| Total | 201,7895 | 15,5898 | 95 |

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: KKM POS

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|--------|------|
| Corrected Model | 8757,421 ^a | 6 | 1459,570 | 9,117 | ,000 |
| Intercept | 1608,529 | 1 | 1608,529 | 10,047 | ,002 |
| KKM1 | 5347,889 | 1 | 5347,889 | 33,404 | ,000 |
| UMUR | 65,551 | 1 | 65,551 | ,409 | ,524 |
| TB | 102,284 | 1 | 102,284 | ,639 | ,426 |
| BB | 2,248E-04 | 1 | 2,248E-04 | ,000 | ,999 |
| KEL | 3043,053 | 2 | 1521,526 | 9,504 | ,000 |
| Error | 14088,369 | 88 | 160,095 | | |
| Total | 3891150 | 95 | | | |
| Corrected Total | 22845,789 | 94 | | | |

a. R Squared = ,383 (Adjusted R Squared = ,341)

Lampiran 13 :

133

Estimated Marginal Means KELOMPOK

Estimates

Dependent Variable: KKM POS

| KELOMPOK | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|----------|----------------------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| CHO-NACL | 209,153 ^a | 2,279 | 204,624 | 213,682 |
| CHO | 201,218 ^a | 2,239 | 196,768 | 205,667 |
| AIR MIN | 195,228 ^a | 2,241 | 190,775 | 199,681 |

a. Evaluated at covariates appeared in the model: KKM PRE = 178,5789, UMUR = 16,0842, TINGGI BADAN = 160,5632, BERAT BADAN = 48,4000.

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: KKM POS

| (I) KELOMPOK | (J) KELOMPOK | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a |
|--------------|--------------|-----------------------|------------|-------------------|
| CHO-NACL | CHO | 7,935* | 3,198 | ,015 |
| | AIR MIN | 13,925* | 3,202 | ,000 |
| CHO | CHO-NACL | -7,935* | 3,198 | ,015 |
| | AIR MIN | 5,990 | 3,168 | ,062 |
| AIR MIN | CHO-NACL | -13,925* | 3,202 | ,000 |
| | CHO | -5,990 | 3,168 | ,062 |

Based on estimated marginal means

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

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

Univariate Tests

Dependent Variable: KKM POS

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Contrast | 3043,053 | 2 | 1521,526 | 9,504 | ,000 |
| Error | 14088,369 | 88 | 160,095 | | |

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

Oneway

Descriptives

BEDA KKM PRE-POS

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | Minimum | Maximum |
|----------|----|---------|----------------|------------|---------|---------|
| CHO-NACL | 31 | 30,9677 | 13,9295 | 2,5018 | ,00 | 60,00 |
| CHO | 32 | 22,5000 | 13,7372 | 2,4284 | ,00 | 45,00 |
| AIR MIN | 32 | 16,4063 | 13,3944 | 2,3678 | ,00 | 45,00 |
| Total | 95 | 23,2105 | 14,8022 | 1,5187 | ,00 | 60,00 |

Test of Homogeneity of Variances

BEDA KKM PRE-POS

| Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|------------------|-----|-----|------|
| ,542 | 2 | 92 | ,583 |

ANOVA

BEDA KKM PRE-POS

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 3363,103 | 2 | 1681,551 | 8,977 | ,000 |
| Within Groups | 17232,686 | 92 | 187,312 | | |
| Total | 20595,789 | 94 | | | |

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: BEDA KKM PRE-POS

LSD

| (I) KELOMPOK | (J) KELOMPOK | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. |
|--------------|--------------|-----------------------|------------|------|
| CHO-NACL | CHO | 8,4677* | 3,4490 | ,016 |
| | AIR MIN | 14,5615* | 3,4490 | ,000 |
| CHO | CHO-NACL | -8,4677* | 3,4490 | ,016 |
| | AIR MIN | 6,0938 | 3,4215 | ,078 |
| AIR MIN | CHO-NACL | -14,5615* | 3,4490 | ,000 |
| | CHO | -6,0938 | 3,4215 | ,078 |

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

BEDA KKM PRE DAN POS TIGA KELOMPOK

| | KELOMPOK | | |
|------------------|--------------|---------|---------|
| | GLUKOSA-NACL | GLUKOSA | AIR MIN |
| | LATIHAN | LATIHAN | LATIHAN |
| BEDA KKM PRE-POS | 30,97 | 22,50 | 16,41 |

Lampiran 14

Program penentuan jumlah sampel untuk penelitian eksperimental rancangan Randomized Control-group Pre-test Posttest

Untuk variabel kontinu

 x_c adalah Nipura kelompok kontrol
 x_t adalah Nipura kelompok eksperimen (yang diperkirakan)
 s_c adalah Simpang baku kontrol
 f adalah proporsi yang gagal

$x_c := 179.06$ $x_t := 208.55$ untuk CHO+NaCl <> AIR

$s_c := 14.22$ $f := 0.05$

$z_a := 1.96$ $z_b := 1.28$

$$n := \frac{1}{1 - f} \cdot \frac{2 \cdot (z_a + z_b)^2 \cdot s_c^2}{(x_c - x_t)^2}$$

$n = 5.139$

Program penentuan jumlah sampel untuk penelitian eksperimental rancangan Randomized Control-group Pre-test Posttest

Untuk variabel kontinu

 x_c adalah Nipura kelompok kontrol
 x_t adalah Nipura kelompok eksperimen (yang diperkirakan)
 s_c adalah Simpang baku kontrol
 f adalah proporsi yang gagal

$x_c := 179.06$ $x_t := 201.56$ untuk CHO <> AIR

$s_c := 14.22$ $f := 0.05$

$z_a := 1.96$ $z_b := 1.28$

$$n := \frac{1}{1 - f} \cdot \frac{2 \cdot (z_a + z_b)^2 \cdot s_c^2}{(x_c - x_t)^2}$$

$n = 8.827$