

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP
KADAR APOLIPOPROTEIN-B (APO-B) PADA
DEWASA OBES**

*THE EFFECT OF AEROBIC EXERCISE ON
APOLIPOPROTEIN-B (APO-B) LEVELS IN OBESE
ADULT*

HARTATI

P1502211005



PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP KADAR
APOLIPOPROTEIN-B (APO-B) PADA DEWASA OBES**

*THE EFFECT OF AEROBIC EXERCISE ON
APOLIPOPROTEIN-B (APO-B) LEVELS IN OBESE ADULT*

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program studi

Biomedik

Disusun dan diajukan oleh

HARTATI

kepada

PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

TESIS

PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP KADAR APOLIPOPROTEIN-B (APO-B) PADA DEWASA OBES

Disusun dan diajukan oleh

HARTATI

Nomor Pokok : P1502211005

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 10 Juli 2013

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Prof.Dr.dr.Suryani As'ad, M.Sc,Sp.GK

Ketua

Dr.Nukhrawi Nawir, M.kes,AIFO

Anggota

Ketua Program Studi Biomedik

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof.dr.Rosdiana Natzir,M.Sc,Ph.D

Prof.Dr.Ir.Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Hartati
Nomor Mahasiswa : P1502211005
Program studi : Biomedik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 8 Juli 2013

Yang menyatakan

Hartati

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmatnya kepada penulis berupa kesehatan dan kemudahan dalam menyelesaikan tesis ini.

Gagasan yang melatari tajuk permasalahan ini timbul dari hasil pengamatan penulis terhadap meningkatnya prevalensi obesitas di masyarakat akibat pola hidup yang tidak sehat seperti asupan makanan yang meningkat dan kurangnya aktivitas fisik. Obesitas adalah salah satu komponen sindroma metabolik, pada Penderita Obesitas akan diikuti oleh peningkatan kadar apolipoprotein-B yang dapat berkembang menjadi dislipidemia, aterosklerosis, penyakit jantung koroner, serta diabetes melitus tipe II. Salah satu cara menanggulangi obesitas adalah latihan aerobik yang akan membakar lemak dalam tubuh dan menggunakan lemak sebagai sumber energi. Menurunnya kadar lemak dalam tubuh akan diikuti dengan menurunkan kadar apolipoprotein-B.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini, yang hanya berkat dan rahmat dari ALLAH SWT serta bantuan berbagai pihak maka tesis ini selesai pada waktunya. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Direktur pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
3. Ketua Program Studi Ilmu Biomedik Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin
4. Ketua Konsentrasi Fisiologi Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin
5. Ibu Prof.Dr.dr.suryani As'ad, M.sc, Sp.GK selaku ketua komisi penasehat dan Dr.Nukhrawi Nawir, M.kes, AIFO sebagai anggota komisi penasehat serta Tim Penguji Tesis Penelitian Dr.dr.Ilhamjaya Patellongi, M.S., Dr.dr.Irfan idris,M.kes., serta Dr. A.Musawwir Taiyeb,M.kes atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan studi dan tesis ini.
6. Staf Dosen Program Studi Ilmu Biomedik Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
7. Kedua orang tua penulis H.Burhanuddin dan Hj.Kasmawati yang tanpa henti selalu mendukung, memberi motivasi, semangat dan mendoakan penulis, serta terima kasih kepada adik-adik penulis Hasniar, Sinatra, Putri Anggraeni serta seluruh keluarga besar penulis atas doa dan dukungannya kepada penulis.
8. Rekan-rekan mahasiswa Konsentrasi Fisiologi Program Studi Biomedik Pasca sarjana Universitas Hasanuddin Astuti, Hikma Hasbiah, Zalki Zadmita, Herdin, Amiruddin Eso, Nelly, Nurmila, Ami Febriza, Rosdiana, Dini Mengga, A. Maya Rupa Anjeli, Ridwan, dan Elmiana Bongga Linggi atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama ini dan yang terakhir ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mereka yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini dan semoga ALLAH SWT membalas kebaikan kalian semua, Amin.

Penulis Menyadari bahwa tesis ini masih sangat jauh dari kesempurnaan sehingga dengan kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam tesis ini, dan penulis dapat menerima koreksi, saran, dan kritik demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Makassar, 8 Juli 2013

Hartati

ABSTRAK

HARTATI. Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Kadar Apolipoprotein-B (Apo-B) Pada Dewasa Obes (Dibimbing oleh Suryani As'ad dan Nukhrawi Nawir).

Penelitian ini bertujuan mengetahui (1) Menganalisis perubahan kadar Apolipoprotein-B (APO-B) pada dewasa obes sebelum aerobik dan sesudah aerobik. (2) Menganalisis apakah aerobik dapat menormalkan kadar Apolipoprotein-B (APO-B) pada dewasa obes. (3) Menganalisis Adakah Perbedaan perubahan Apolipoprotein-B (APO-B) pada dewasa obes dengan dengan latihan Aerobik dan dewasa obes tanpa latihan aerobik.

Penelitian ini dilaksanakan di jurusan Fisioterapi Universitas Hasanuddin Makassar. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Quasi eksperimental *two group pre and post test control group design*, dengan jumlah sampel 21 mahasiswi obes yang berusia 17-24 tahun. Subyek dibagi menjadi 2 kelompok : Kelompok Perlakuan ($n = 12$), mendapatkan intervensi aerobik selama 4 minggu dengan intensitas ringan dengan durasi 90 menit frekwensi 3 kali seminggu dan kelompok kontrol ($n = 9$) tanpa intervensi aerobik. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Pemeriksaan antropometri dan kadar apolipoprotein-B dilakukan sebelum dan setelah 4 minggu latihan aerobik. Data dianalisis dengan menggunakan analisis statistik menggunakan uji t berpasangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perubahan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes dengan latihan aerobik mengalami peningkatan yang signifikan $p = 0.017 (< 0.05)$. sedangkan pada dewasa obes tanpa latihan aerobik mengalami peningkatan yang tidak signifikan $p = 0.390 (p > 0.05)$. Subyek yang memiliki kadar Apolipoprotein-B yang rendah setelah intervensi aerobik memiliki kadar Apolipoprotein-B menjadi normal. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh latihan aerobik terhadap peningkatan kadar apolipoprotein-B pada dewasa obes.

Kata kunci : Latihan Aerobik, Obesitas, dan Kadar Apolipoprotein-B

ABSTRACT

HARTATI. The Effect Of Aerobic Exercise On Apolipoprotein-B (Apo-B) Levels In Obese Adult (Supervised by Suryani As'ad and Nukhrawi Nawir)

This study aims to find out : (1) the levels of Apolipoprotein-B (APO-B) in obese adults before and after aerobic exercise; (2) whether aerobic exercise can normalize the level of Apolipoprotein-B (APO-B) in obese adult; (3) the difference in the change of the levels of Apolipoprotein-B (APO-B) in obese adults with and without aerobic exercise.

The reseach was conducted at the Departement of Physiotherapy, Hasanuddin University, Makassar by using a quasi experimental of two group pre and post test control group design. The Sampel were 21 obese female students aged 17-24 years old. The subjects were divided into 2 groups. The first group was the treatment group (n=12)who get aerobic intervention for 4 weeks (3 times a week) with a light intensity with a duration of 90 minutes. The other group was the control group (n=9) who did not get Aerobic intervention. The samples were selected by using the purposive sampling. Anthropometric and Apolipoprotein-B level examinations were conducted before the aerobic intervention and 4 weeks after the exercise. The data were analized by using the statistical analysis with a paired t-test.

The results revealed that there was a significant increase of Apolipoprotein-B level in obese adult with aerobic exercise with $p = 0.017$ ($p < 0.05$); whereas in obese adult without aerobic exercise, the increase was not significant with $p = 0.390$ ($p > 0.05$). Subjects who had low Apolipoprotein-B level obtained a normal Apolipoprotein-B level after the aerobic intervention. It can be concluded that aerobic exercise influences the increase of Apolipoprotein-B level in obese adult.

Keywords: Aerobic Exercise, Obesity, and Apolipoprotein-B levels.

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------|----------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGAJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN KEAHLIAN TESIS..... | iv |
| PRAKATA..... | v |
| ABSTRAK..... | viii |
| ABSTRACT..... | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR GRAFIK..... | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvi |
| DAFTAR SINGKATAN..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Rumusan masalah..... | 6 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 6 |
| D. Manfaat Penelitian..... | 7 |

| | |
|--|-----|
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| A. Obesitas..... | 8 |
| B. Sindroma Metabolik..... | 21 |
| C. Profil Lipid..... | 23 |
| D. Intervensi Olahraga..... | 39 |
| E. Kerangka Teori..... | 67 |
| F. Kerangka Konsep..... | 68 |
| G. Hipotesis..... | 68 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 69 |
| A. Desain Penelitian..... | 69 |
| B. Lokasi dan Waktu..... | 69 |
| C. Populasi dan sampel penelitian..... | 70 |
| D. Kelompok Variabel..... | 70 |
| E. Teknik Sampel..... | 70 |
| F. Definisi Operasional..... | 72 |
| G. Alur Penelitian..... | 74 |
| H. Kriteria inklusi dan eksklusi serta Drop Out..... | 75 |
| I. Instrumen Pengumpulan data..... | 75 |
| J. Etika Penelitian..... | 79 |
| | |
| BAB IV HASIL PENELITIAN..... | 80 |
| A. Hasil Penelitian..... | 80 |
| B. Pembahasan..... | 89 |
| C. Keterbatasan Penelitian..... | 98 |
| | |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 99 |
| A. Kesimpulan..... | 99 |
| B. Saran..... | 100 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 101 |

DAFTAR TABEL**Nomor****Halaman**

| | |
|--|----|
| 1. Klasifikasi obesitas..... | 19 |
| 2. Jenis-jenis latihan Aerobik dan lamanya aktivitas..... | 62 |
| 3. Distribusi subjek Penelitian Menurut kelompok..... | |
| 4. Deskripsi Variabel Penelitian..... | 81 |
| 5. Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Kadar Apolipoprotein-B (Apo-B) Sebelum dan Setelah Latihan Pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol..... | 82 |
| 6. Pengelompokkan Responden Berdasarkan Kadar Apolipoprotein-B..... | 84 |
| 7. Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap kadar Apolipoprotein-B Pada Kelompok Perlakuan Sebelum dan Setelah Intervensi..... | 85 |
| 8. Perbandingan Kadar Apolipoprotein-B Kelompok Kontrol Pretest dan PostTest..... | 86 |
| 9. Perbandingan Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Kadar Apolipoprotein-B Kelompok Perlakuan dan Kontrol Sebelum dan Setelah Intervensi Aerobik Pada Dewasa Obes..... | 87 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Gabungan Apolipoprotein-B dengan Lipoprotein..... | 28 |
| 2. Transpor Lipid..... | 35 |
| 3. Asam Laktat terbentuk melalui siklus Cory..... | 50 |

DAFTAR GRAFIK

| Nomor | Halaman |
|--------------|----------------|
|--------------|----------------|

| | |
|--|----|
| 1. Perubahan rerata Kadar Apolipoprotein-B pada Kelompok perlakuan dan kelompok kontrol..... | 88 |
|--|----|

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 : *Ethical Clearance*
 2. Lampiran 2 : Naskah penjelasan Untuk responden (Subyek)
 3. Lampiran 3 : *Informed Consent*
-

| | | |
|----|--------------|--|
| 4. | Lampiran 4 : | Lembar Pengamatan dan Pengukuran Sebelum Intervensi |
| 5. | Lampiran 5 : | Lembar Pengamatan dan Pengukuran Setelah Intervensi |
| 6. | Lampiran 6 : | Master Data Pengukuran Antropometri dan |
| 7. | Lampiran 7 : | Laboratorium |
| 8. | Lampiran 8 : | |
| 9. | Lampiran 9 : | Analisis Data Jadwal Kegiatan Intervensi Aerobik Dokumentasi Kegiatan Penelitian |

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

| Lambang/Singkatan | Arti dan keterangan |
|-------------------|------------------------|
| ATP | = Adenosine Trifosfat |
| Apo B 48 | = Apolipoprotein-B 48 |
| Apo B 100 | = Apolipoprotein-B 100 |
| BB | = Berat badan |
| BMI | = Body Massa Indeks |

| | |
|-------------------------|--|
| Cm | = Centi Meter |
| DN | = Denyut Nadi |
| DM Tipe 2 | = Diabetes Melitus Tipe 2 |
| FKM | = Fakultas Kesehatan Masyarakat |
| FITT | = Frekuensi Intensitas Time Tipe |
| HDL | = High Density Lipoprotein |
| IDL | = Intermediate Density Lipoprotein |
| IMT | = Indeks Massa Tubuh |
| Kg/m² | = Kilo gram / Meter kuadrat |
| LDL | = Low Density Lipoprotein |
| LP | = Lingkar Perut |
| oxLDL | = Oksidasi Low Density Lipoprotein |
| PJK | = Penyakit Jantung Koroner |
| sdLDL | = Small Dense Low Density Lipoprotein |
| VLDL | = Very Low Density Lipoprotein |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Obesitas merupakan dampak ketidak seimbangan energi antara energi yang masuk dan energi yang keluar. Obesitas telah menjadi pandemi global di seluruh dunia dan dinyatakan oleh World Health

Organization (WHO) sebagai masalah kesehatan kronis terbesar pada orang dewasa. Obesitas merupakan masalah yang muncul pada beberapa dekade terakhir. WHO menggambarkan bahwa 400 juta orang dewasa di dunia mengalami obesitas (WHO, 2004). Diperkirakan pada tahun 2015 akan meningkat sampai 700 juta orang dewasa yang obes, (WHO, 2011).

Angka kejadian obesitas di berbagai negara terus meningkat. Prevalensi obesitas di Inggris pada tahun 1980 hanya 7% lalu pada tahun 2005 meningkat menjadi 23%. Pada tahun 1999, 27% penduduk amerika menderita obesitas, kemudian pada tahun 2007 meningkat menjadi 32%.

Prevalensi obesitas di Indonesia juga meningkat dengan pesat, Hasil survei nasional tahun 1996/1997 di ibukota seluruh provinsi di Indonesia 8,1% laki-laki tergolong berat badan lebih dari 6,8% obeis, sedangkan 10,5% perempuan tergolong berat badan lebih dari 13,5% obeis. Berdasarkan data dari Riset Kesehatan Dasar tahun 2007 prevalensi obesitas umum yaitu penduduk berusia ≥ 18 tahun adalah 11,7% obes. sedangkan data dari Riset Kesehatan Dasar 2010 prevalensi obesitas meningkat yaitu laki-laki 7,8% dan perempuan 15,5%.

Prevalensi tertinggi untuk untuk obesitas adalah di Provinsi Sulawesi Utara (37,1%) dan yang terendah di Provinsi Nusa Tenggara Timur (13,0%), sementara prevalensi obesitas di Sulawesi Selatan adalah (11,0%), (Kemenkes,2010).

Penyebab obesitas multifaktor. Faktor tersebut meliputi genetik, sosial ekonomi, perilaku dan lingkungan meliputi makanan dan aktivitas fisik serta faktor-faktor lain seperti obat, racun dan virus. Obesitas terjadi disebabkan oleh penumpukan jaringan adipose secara berlebihan, gaya hidup dan aktifitas fisik yang kurang. Asupan makanan dan aktivitas fisik memegang peran penting terjadinya obesitas, kedua aspek ini mengalami banyak perubahan pada masyarakat seiring dengan semakin meningkatnya gaya hidup. Seringnya frekuensi makan serta seringnya mengkonsumsi makanan tinggi kalori disertai pergerakan tubuh yang minimal sehingga kebutuhan energi juga minimal secara perlahan-lahan simpanan kelebihan energi berupa jaringan lemak akan menumpuk dalam tubuh sehingga berisiko tinggi untuk menjadi obesitas, (Soegih dkk, 2009).

Obesitas telah dilaporkan telah berhubungan langsung dengan mortalitas dan penyakit kronik, seperti hipertensi, diabetes tipe 2, penyakit jantung koroner, stroke, dislipidemia, osteoarthritis, beberapa tipe kanker (endometrium, payudara, colon), dan penyakit kandung empedu, (Soegih dkk, 2009). Peningkatan lingkaran pinggang diikuti oleh peningkatan gula darah puasa, Apolipoprotein-B, Kolesterol/HDL dan LDL/HDL, (Lubis dkk, 2006).

Beberapa tahun terakhir sindroma metabolik mendapat banyak perhatian. Oleh sebab itu, *American Heart Association (AHA)* dan *National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI)* membuat cara mendiagnosis dan penanganan yang *up to date* untuk para profesional. Sindroma metabolik merupakan hubungan langsung antara faktor risiko yang berasal dari

kelainan metabolik dengan *Atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD)* (NCEP-ATP III, 2002).

Berdasarkan laporan Organisasi Kesehatan Dunia, angka kematian akibat penyakit kardiovaskular diperkirakan akan meningkat jadi 17.5 juta hingga 20 juta pada 2015 (WHO, 2008). Selain itu, di Asia, penyakit ini lebih sering menyerang yang berusia lebih muda ketimbang di negara-negara belahan Barat. Hampir separuh dari mereka yang meninggal karena penyakit kronis, termasuk penyakit jantung dan stroke, berada dalam usia produktif, yakni 15-69 tahun. Selain akibat penumpukan lemak, aterosklerosis dapat dipicu oleh adanya peradangan (inflamasi) dalam dinding pembuluh darah yang berlangsung lama, (Anonim,2011).

Faktor risiko metabolik yang sudah dikenal seperti dislipidemia aterogenik, aterosklerosis, peningkatan tekanan darah (TD) dan glukosa darah bisa menjadi keadaan protrombosis dan proinflamasi. Dislipidemia aterogenik dan aterosklerosis terjadi akibat peningkatan trigliserid (TG), Apolipoprotein-B (Apo-B), partikel small LDL (sd-LDL), dan penurunan HDL, (Soegih dkk, 2009).

Apo-B merupakan protein yang terdapat pada partikel-partikel lipoprotein yang dapat meningkatkan risiko PJK. Apo-B sangat penting perannya dalam aterosklerosis karena dengan adanya Apo-B, maka akan ada interaksi antara Apo-B dengan bagian pembuluh darah yang mengakibatkan partikel LDL tersebut tertahan di dalam dinding pembuluh darah. Partikel lipoprotein mengandung Apo-B yang tertahan inilah yang

akan meningkatkan resiko aterosklerosis karena partikel lipoprotein tersebut akan dirubah menjadi partikel berbahaya yang meningkatkan resiko PJK.

Jumlah Apo-B yang tinggi menggambarkan jumlah partikel lipoprotein yang bersifat aterogenik. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi Apo-B sangat bermanfaat untuk memprediksi resiko terjadinya PJK.

Penangkapan dari partikel Apo-B dalam dinding arteri adalah peristiwa utama yang memulai dan menghantarkan proses aterosklerotik dalam dinding arteri. Menurunkan jumlah partikel Apo-B dalam plasma adalah satu-satunya terapi yang ampuh untuk mengurangi cedera pada dinding pembuluh darah dan mengurangi jumlah kejadian klinis. Mengingat bahwa penyakit aterosklerosis, terutama penyakit koroner adalah penyebab kematian paling umum di seluruh dunia, mengingat bahwa Apo-B dapat diukur secara akurat dan murah pada sampel non puasa, dan mengingat bahwa superioritas Apo B telah diakui oleh *the American College of Cardiology*, *the American Diabetes Association* dan *the American Association of Clinical Chemistry*, sekarang saatnya untuk memperkenalkan Apo-B ke dalam praktek rutin pengobatan statin, (Sniderman, 2009). Apo-B merupakan petanda yang lebih pasti untuk pengobatan statin dibandingkan dengan LDL atau NonHDL kolesterol, (Wagner, 2003., Charlton, 2009).

Aktivitas fisik diketahui berperan penting untuk mencegah obesitas dan memegang peranan terhadap distribusi lemak tubuh. Aktivitas fisik yang memadai dapat menurunkan persentase lemak tubuh yang selanjutnya dapat mengurangi risiko menderita obesitas dan penyakit kardiovaskuler, (Anam,2010).

Aktivitas fisik yang tepat untuk menanggulangi obesitas adalah olahraga aerobik. Latihan Aerobik memperkuat sistem kardiovaskular dan ketika kita melakukan latihan Aerobik, latihan ini akan membakar gula dan lemak yang tersimpan dalam tubuh untuk membantu menurunkan berat badan, (Wiaro,2013), hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Park *et al* (2003) yang menunjukkan bahwa latihan aerobik dapat menurunkan berat badan. Aerobik adalah aktivitas fisik yang menggunakan Lemak sebagai energi, (Richard, 1993). Aerobik adalah aktivitas fisik yang menggunakan Lemak sebagai energi, sehingga dengan menurunnya jumlah lemak dalam tubuh maka diharapkan jumlah kadar Apo-B yang bergantung dengan asupan lemak juga dapat menurun.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka peneliti bermaksud meneliti pengaruh olahraga Aerobik terhadap Penurunan Kadar Apo-B pada dewasa obes sebagai salah satu faktor komponen Sindrom metabolik dengan asumsi bahwa Latihan Aerobik dapat menurunkan Kadar Apo-B pada dewasa obes sehingga dengan demikian diharapkan Kadar Apo-B pada pemeriksaan setelah intervensi tersebut menjadi normal.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka disusunlah sebuah rumusan masalah berikut :

Apakah terdapat perbedaan Kadar Apo-B sebelum dan sesudah latihan aerobik pada Dewasa Obes?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menganalisis pengaruh intervensi olahraga aerobik terhadap kadar Apo-B pada dewasa obes.

2. Tujuan Khusus

- a. Menganalisis perubahan kadar Apolipoprotein-B (APO-B) pada dewasa obes sebelum aerobik dan sesudah aerobik.
- b. Menganalisis apakah aerobik dapat menormalkan kadar Apolipoprotein-B (APO-B) pada dewasa obes.
- c. Menganalisis Adakah Perbedaan perubahan Apolipoprotein-B (APO-B) pada dewasa obes dengan dengan latihan Aerobik dan dewasa obes tanpa latihan aerobik.

D. Manfaat Penelitian

1. Segi Pengembangan Ilmu

- a. Untuk menambah pengetahuan seberapa besar pengaruh aerobik terhadap Apolipoprotein-B (Apo-B) pada Hahasiswa Obes sebagai salah satu faktor resiko sindroma metabolik.
- b. Membuka pemikiran dan penelitian lebih lanjut mengenai Apolipoprotein-B (Apo-B) pada penderita Obesitas serta dapat

memberi rekomendasi dalam pencegahan dan pengobatan penyakit kardiometabolik

2. **Segi Aplikasi**

- a. Dapat digunakan untuk memberikan penyuluhan kepada masyarakat bahwa salah satu cara untuk menghindari penyakit kardiometabolik salah satunya dengan aerobik dengan teknik sederhana.
- b. Dapat memberikan kesadaran kepada masyarakat akan pentingnya olahraga khususnya aerobik dengan teknik yang sederhana, serta memberikan masukan mengenai dampak baik dari olahraga terhadap tubuh.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Obesitas

1. Epidemiologi Obesitas

Obesitas merupakan masalah epidemik yang mengglobal dan akan menjadi lebih buruk, jika diikuti dengan semua konsekuensi obesitas yang ditimbulkannya. Di negara maju seperti Eropa, USA, Australia dilaporkan prevalensinya tinggi sampai sedang dan cenderung meningkat lebih ekstrim. Sebagai contoh, *World Health Organization* (1998), melaporkan lebih dari 70% populasi dewasa kepulauan Polynesia dan Samoa adalah obesitas. DM type-2, Penyakit Jantung Koroner (PJK), peningkatan insiden kanker paru tertentu, gangguan *obstruktif sleep apnoe*,

osteoarthritis pada sendi besar dan kecil. Secara perlahan kelebihan berat badan lebih dari 10 tahun akan menimbulkan hipertensi. Obesitas tidak lagi dianggap sebagai masalah kosmetik sederhana, tetapi harus mempertimbangkan dan melibatkan secara efektif masalah epidemiologi untuk pencegahan dan manajemen obesitas (Hamam, 2005).

2. Pengertian Obesitas

Obesitas merupakan suatu masalah yang cukup merisaukan di kalangan remaja. Obesitas terjadi pada saat badan menjadi gemuk (*obese*) yang disebabkan penumpukan jaringan adipose secara berlebihan. Jadi obesitas adalah keadaan dimana seseorang memiliki berat badan yang lebih berat dibandingkan berat badan idealnya yang disebabkan terkadinya penumpukan lemak tubuhnya, (proverawati, 2010).

3. Penyebab Obesitas

Menurut Hidayati dkk (2006), penyebab terjadinya obesitas belum diketahui secara pasti. Obesitas adalah suatu penyakit multi faktorial yang diduga disebabkan oleh adanya interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan.

Obesitas penyebabnya multifaktor, dan berbagai penemuan terbaru yang berkaitan dengan penyebab obesitas menyebabkan patogenesis obesitas terus berkembang. Terjadinya obesitas secara umum berkaitan dengan keseimbangan energi di dalam tubuh. Keseimbangan energi ditentukan oleh asupan energi yang berasal dari zat gizi penghasil energi yaitu karbohidrat, lemak dan protein serta kebutuhan energi yang ditentukan oleh kebutuhan energi basal, aktifitas fisik, dan thermic effect of food (TEF) yaitu energi yang diperlukan untuk mengolah zat gizi menjadi energi, (Soegih dkk, 2009).

Ada beberapa faktor yang diketahui dapat mempengaruhi terjadinya kegemukan (obesitas) antara lain: jenis kelamin, umur, tingkat sosial ekonomi, faktor lingkungan, aktivitas fisik, kebiasaan makan, faktor psikologis dan faktor genetik (Salam, 1989).

a. Jenis Kelamin

Obesitas lebih umum dijumpai pada wanita terutama pada saat remaja, hal ini disebabkan faktor endokrin dan perubahan hormonal (Arisman 2004).

b. Umur

Obesitas sering dianggap kelainan pada umur pertengahan. Obesitas yang muncul pada tahun pertama kehidupan biasanya disertai dengan perkembangan rangka yang cepat. Anak yang obesitas cenderung menjadi *obes* pada saat remaja dan dewasa serta dapat berlanjut ke masa lansia (Arisman, 2004).

Menurut Dietz, ada empat periode kritis terjadinya obesitas, yaitu: masa prenatal, masa bayi, masa *adiposity rebound* dan masa

remaja. Obesitas yang terjadi pada masa remaja, 30 % akan berlanjut sampai dewasa menjadi obesitas persisten. Obesitas yang terjadi pada masa remaja ini perlu mendapatkan perhatian, sebab obesitas yang timbul pada waktu anak dan remaja bila kemudian berlanjut hingga dewasa akan sulit diatasi secara konvensional (diet dan olahraga). Selain itu, obesitas pada remaja tidak hanya menjadi masalah kesehatan di kemudian hari, tetapi juga membawa masalah bagi kehidupan sosial dan emosi yang cukup berarti pada remaja (Virgianto dan Purwaningsih, 2006).

c. Tingkat Sosial Ekonomi

Menurut Hidayati, dkk (2006) peningkatan pendapatan juga dapat mempengaruhi pemilihan jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi. Peningkatan kemakmuran di masyarakat yang diikuti oleh peningkatan pendidikan dapat mengubah gaya hidup dan pola makan dari pola makan tradisional ke pola makan makanan praktis dan siap saji yang dapat menimbulkan mutu gizi yang tidak seimbang. Pola makan praktis dan siap saji terutama terlihat di kota-kota besar di Indonesia, dan jika dikonsumsi secara tidak rasional akan menyebabkan kelebihan masukan kalori yang akan menimbulkan obesitas. (Virgianto dan Purwaningsih, 2006).

d. Faktor Lingkungan

Gen merupakan faktor penting dalam timbulnya obesitas, namun lingkungan seseorang juga memegang peranan yang cukup berarti. Yang dimaksud lingkungan dalam hal ini adalah perilaku, misalnya apa yang dimakan dan berapa kali seseorang makan, serta

bagaimana aktifitasnya setiap hari. Seseorang tidak dapat mengubah pola genetiknya namun dapat mengubah pola makan dan aktifitasnya, (Proverawati, 2010).

e. Aktivitas Fisik

Seseorang dengan aktifitas fisik yang kurang dapat meningkatkan prevalensi terjadinya obesitas. Orang-orang yang kurang aktif memerlukan kalori dalam jumlah sedikit dibandingkan orang dengan aktifitas tinggi, seseorang yang hidupnya kurang aktif (*sedentary life*) atau tidak melakukan aktifitas fisik yang seimbang dan mengkonsumsi makanan yang tinggi lemak, akan cenderung mengalami obesitas, (Proverawati, 2010).

f. Kebiasaan Makan (Pola Makan)

Terjadinya obesitas merupakan dampak dari terjadinya kelebihan asupan energi (*energi intake*) dibandingkan dengan yang diperlukan (*energy expenditure*) oleh tubuh sehingga kelebihan asupan energi tersebut disimpan dalam bentuk lemak. Makanan merupakan sumber dari asupan energi. Didalam makanan yang akan diubah menjadi energi adalah zat gizi penghasil energi yaitu karbohidrat, protein dan lemak. Apabila asupan karbohidrat, protein dan lemak berlebih, maka karbohidrat akan disimpan sebagai glikogen dalam jumlah terbatas dan sisanya lemak, sedangkan lemak akan disimpan sebagai lemak. Tubuh memiliki kemampuan menyimpan lemak yang tidak terbatas.

Faktor-faktor yang berpengaruh dari asupan makanan terhadap terjadinya obesitas adalah : kuantitas, porsi perkali makan, kepadatan

energi dari makanan yang dimakan, kebiasaan makan (contohnya kebiasaan makan malam hari), frekuensi makan, dan jenis makanan, (Soegih dan Wiramihardja, 2009).

g. Faktor Psikologis

Menurut Dariyo (2004), keadaan psikologis yang dapat menyebabkan kegemukan adalah ketidakstabilan emosional yang menyebabkan individu cenderung untuk melakukan pelarian diri dengan cara banyak makan makanan yang mengandung kalori atau kolesterol tinggi.

Makan berlebihan dapat terjadi sebagai respon terhadap kesepian, berduka, depresi atau rangsangan dari luar (Salam 1989). Bagi orang yang rajin makan pada saat dilanda *stress*, untuk sementara waktu dapat merasa tenang dan puas sehingga lupa akan tekanan psikologis yang dialaminya. Namun, jika keadaan ini berlangsung dalam waktu yang lama dan tidak terkontrol maka akan menyebabkan dampak negatif pada tubuh, terlebih jika makanannya mengandung kalori, karbohidrat dan lemak yang tinggi. Kondisi ini dapat menyebabkan bertambahnya berat badan dan jika hal ini berlangsung cukup lama maka penderita *stres* ini akan menderita kegemukan (Purwati dkk, 2005).

h. Faktor Genetik

Obesitas cenderung untuk diturunkan, sehingga diduga memiliki penyebab genetik. Tetapi anggota keluarga tidak hanya memberi gen, tetapi juga makanan dan kebiasaan gaya hidup yang bisa mendorong terjadinya obesitas. Seringkali sulit untuk memisahkan faktor gaya hidup dengan faktor genetik. Penelitian menunjukkan bahwa rata-rata

faktor genetik memberikan kontribusi sebesar 33% terhadap berat badan seseorang, (Proverawati, 2010).

i. Faktor Budaya

Kebiasaan makan keluarga dan susunan hidangan merupakan salah satu manifestasi kebudayaan keluarga yang disebut *life style* (gaya hidup). *Life style* ini merupakan kondensasi dari interaksi berbagai faktor sosial, budaya dan lingkungan. Faktor-faktor yang merupakan asupan (input) bagi terbentuknya suatu *life style* keluarga ialah: penghasilan, pendidikan, lingkungan kota atau desa, susunan keluarga, pekerjaan, suku bangsa, kepercayaan dan agama, pendapat tentang kesehatan, pengetahuan gizi, produksi pangan, sistem distribusi, dan banyak lagi faktor sosiopolitik yang terkait (Sediaoetama, 2006).

Pengaruh budaya ternyata juga dapat menyokong kecenderungan terjadinya kegemukan khususnya di negara maju dan pada sebagian masyarakat perkotaan negara berkembang. Tingginya angka obesitas sangat erat hubungannya dengan proses modernisasi (akulturasi) dan meningkatnya kemakmuran bagi sekelompok masyarakat. Modernisasi telah membawa konsekuensi negatif yang menyebabkan terjadinya perubahan gaya hidup. Perubahan gaya hidup ini dipercepat oleh kuatnya arus budaya asing yang disebabkan oleh adanya kemajuan teknologi informasi dan globalisasi ekonomi. Pola hidup kurang gerak (*sedentary lifestyles*) dan pola makan yang mengarah ke westernisasi seperti konsumsi makanan siap saji (*fast*

food) telah menjadi *secular trend* bagi masyarakat kita. Hal ini akan meningkatkan resiko terjadinya obesitas (Hamam, 2005).

Selain faktor- faktor di atas menurut Purwati dkk (2005) masih ada beberapa faktor lagi yang dapat mempengaruhi obesitas, yaitu:

a. Metabolisme Basal

Metabolisme basal adalah metabolisme yang dilakukan oleh organ-organ tubuh dalam keadaan istirahat total (tidur). Kecepatan metabolisme basal setiap orang berbeda-beda, seseorang yang memiliki kecepatan metabolisme yang rendah cenderung lebih gemuk dibanding dengan orang yang kecepatan metabolismenya tinggi.

b. Enzim Tubuh

Enzim adipose tissue lipoprotein memiliki peranan penting dalam mempercepat proses peningkatan berat badan. Enzim ini berfungsi untuk mengontrol kecepatan pemecahan triglisida dalam darah menjadi asam-asam lemak dan kemudian disalurkan ke sel-sel tubuh untuk disimpan. Ketika seseorang membutuhkan bahan bakar untuk oksidasi, diperlukan sejumlah energi dan tubuh akan memilih glikogen atau lemak sebagai sumber energinya. Menurut sejumlah penelitian, penggunaan glikogen akan menurunkan glukosa darah sehingga menyebabkan orang merasa lapar.

c. Hormon

Pada wanita yang telah mengalami *menopause*, fungsi hormon tiroid di dalam tubuhnya akan menurun. Akibatnya kemampuan untuk

menggunakan energi akan berkurang. Selain hormon tiroid, insulin juga dapat menyebabkan kegemukan.

Seseorang yang mengalami peningkatan insulin juga akan mengalami peningkatan penimbunan lemak. Gangguan produksi hormon juga berhubungan dengan obesitas, misalnya hipotiroidism dan hipopituitarism. Orang yang seperti ini biasanya telah mengalami kegemukan sejak kecil.

d. Efek Samping Obat

Sebagaimana diketahui, terdapat beberapa jenis obat yang dapat merangsang pusat lapar di dalam tubuh, sehingga orang yang mengkonsumsi obat tersebut akan meningkatkan nafsu makannya. Apabila obat tersebut digunakan dalam waktu yang lama, seperti pada masa penyembuhan suatu penyakit, maka akan memicu terjadinya kegemukan. Nafsu makan yang meningkat dengan aktivitas yang sama tentu dapat menyebabkan kenaikan berat badan secara perlahan-lahan.

4. Kriteria kegemukan (obesitas)

Untuk menentukan obesitas diperlukan kriteria yang berdasarkan pengukuran antropometri dan atau pemeriksaan laboratorik, pada umumnya digunakan:

- a. Pengukuran berat badan (BB) yang dibandingkan dengan standar dan disebut obesitas bila $BB > 120\%$ BB standar.
- b. Pengukuran berat badan dibandingkan tinggi badan (BB/TB).
Dikatakan obesitas bila $BB/TB >$ persentile ke 95 atau $> 120\%$ 6 atau $Z\text{-score} = + 2\text{ SD}$.
- c. Pengukuran lemak subkutan dengan mengukur *skinfold thickness* (tebal lipatan kulit/TLK). Sebagai indikator obesitas bila TLK Triceps $>$ persentil ke 85.
- d. Pengukuran lemak secara laboratorik, misalnya densitometri, hidrometri dsb. yang tidak digunakan pada anak karena sulit dan tidak praktis. DXA adalah metode yang paling akurat, tetapi tidak praktis untuk dilapangan.
- e. Indeks Massa Tubuh (IMT), $>$ persentil ke 95 sebagai indikator obesitas. (Nelly, 2008).

5. Cara Menentukan Obesitas

Obesitas berkaitan tidak hanya dengan berat badan total, namun juga distribusi lemak yang tersimpan di dalam tubuh. Secara klinis obesitas dapat dengan mudah dikenali antara lain, (Sjarif, 2005):

- a. wajah membulat
- b. pipi tembam
- c. dagu rangkap
- d. leher relatif pendek

- e. dada membusung dengan payudara yang membesar mengandung jaringan lemak
- f. perut membuncit disertai dinding perut yang berlipat-lipat
- g. kedua tungkai berbentuk X dengan kedua pangkal paha bagian dalam saling menempel dan bergesekan. Akibatnya, dapat terjadi laserasi dan ulserasi yang dapat menimbulkan bau yang kurang sedap.
- h. Pada anak laki-laki, penis tampak kecil karena tersembunyi jaringan lemak suprapubik (*burried penis*).

Banyak teknik yang digunakan untuk menentukan akumulasi lemak

yang ada di dalam tubuh seseorang, antara lain, (Sjarif, 2005):

- a. Mengukur dan menghubungkan berat badan dengan tinggi badan menggunakan *Body Mass Index (BMI)*.
- b. Pengukuran lemak subkutan dengan mengukur tebal lipatan kulit.
- c. Variasi lingkar badan, biasanya merupakan rasio dari pinggang dan panggul.

Untuk menentukan seseorang menderita obesitas atau tidak, cara yang paling banyak digunakan adalah menggunakan *Body Mass Index (BMI)*. BMI ditunjukkan dengan perhitungan kilogram per meter kuadrat (kg/m^2), berkorelasi dengan lemak yang terdapat dalam tubuh. Rumus menentukan BMI adalah, (Vanelli,dkk, 2005) :

$$\text{BMI} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{[\text{Tinggi Badan (m)}]^2}$$

6. Klasifikasi Obesitas

Secara klinis, BMI yang bernilai antara 25 dan 29,9 kg/m^2 disebut *overweight* dan nilai BMI lebih dari 30 kg/m^2 disebut *obese*, (Guyton, 2006).

Klasifikasi Obesitas untuk orang dewasa menurut kriteria Asia Pasifik tertuang pada tabel.1 berikut ini.

Tabel.1 Klasifikasi Berat Badan Lebih dan Obesitas pada Orang Dewasa Berdasarkan IMT Menurut Kriteria Asia Pasifik, (WHO, 2000) :

| Klasifikasi | IMT (kg/m ²) |
|--------------------|--------------------------|
| <i>Underweight</i> | < 18,5 |
| Normal | 18,5-22,9 |
| <i>Overweight</i> | > 23,0-24,9 |
| Obesitas I | 25,0-29,9 |
| Obesitas II | > 30,0 |

Meskipun definisi ini telah diadopsi oleh WHO, namun diakui ada beberapa masalah dengan indeks ini. Secara khusus, hal ini tidak mencerminkan perubahan kegemukan tubuh jika tinggi badan seseorang berubah dari waktu ke waktu. Akibatnya, BMI tidak dapat diandalkan untuk mengukur kegemukan tubuh anak. Selain itu, binaragawan dan beberapa atlet yang telah mengembangkan sejumlah besar jaringan ototnya, mungkin juga keliru kalau diklasifikasikan sebagai obesitas. Umumnya, bagaimanapun, pada kebanyakan orang dewasa, IMT korelasinya cukup erat dengan kegemukan tubuh, terutama jika dikombinasikan dengan pengukuran seperti lingkar pinggang. (Speakman : 2003)

IMT juga tidak dapat diseragamkan antara orang Asia dan Non-Asia dalam hal penentuan derajat obesitas seseorang. Klasifikasi obesitas berbasis etnis sebagai berikut : (Arisman : 2010)

| | Asia | Bukan Asia |
|---------------------------------|-------------|-------------------|
| Indeks Massa Tubuh (IMT) | | |
| BB kurang | < 18,5 | < 18,5 |
| BB Normal | 18,5-22,9 | 18,5-24,9 |
| BB berlebih | 23,0-24,9 | 25,0-29,9 |
| Obese | 25,0-34,9 | 30,0-39,9 |
| Obese Morbid | >35,0 | > 40,0 |

B. Sindroma Metabolik

Sindrom metabolik (SM) adalah suatu istilah untuk kelompok faktor resiko penyakit jantung dan tipe-2 diabetes mellitus (DM). Faktor resiko tersebut terdiri dari dislipidemia atherogenik, naiknya tekanan darah, naiknya plasma glukosa, keadaan protrombotik, dan keadaan pro-peradangan. Reaven (1988) menyatakan bahwa SM bukanlah suatu penyakit, tetapi merupakan sekumpulan kelainan metabolisme, yang ditandai dengan obesitas viseral, meningkatnya kadar trigliserida, glukosa, rendahnya kadar *High Density Lipoprotein* (HDL) dan hipertensi. Ada 2 penyebab utama SM yang saling berinteraksi, yaitu obesitas dan kerentanan metabolisme endogenus. SM diprediksi menyebabkan kenaikan

2 kali lipat resiko terjadinya penyakit jantung dan 5 kali lipat pada penyakit DM tipe 2, (Sargowo dan Andarini, 2011).

Meningkatnya angka kejadian SM terjadi akibat peningkatan kasus obesitas. Laporan dari *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* (NCEP-ATP III) menunjukkan peningkatan prevalensi SM remaja dari periode 1988-1992 ke periode 1999-2000, yaitu dari 4,2% menjadi 6,4%. Prevalensi laki-laki yang mengalami SM ternyata lebih besar dibanding perempuan, yaitu 9,1% dibanding 3,7%. Remaja dengan Indeks Masa Tubuh (IMT) persentil 32,1% mengalami SM, sedang yang mempunyai IMT antara persentil ke 85-95 didapatkan angka kejadian SM sebesar 7%, (Duncan, 2004).

Prevalensi SM pada remaja Cina Indonesia yang obesitas di Jakarta Utara dan Selatan sebesar 19,14% untuk laki-laki dan 10,63% untuk perempuan, (Sibarani, 2006). Penelitian SM pada orang dewasa pernah dilakukan di Surabaya dengan menggunakan kriteria ATP III didapatkan prevalensi sebesar 32%, (Tjokroprawiro, 2007).

Penyebab obesitas sebagai komponen SM, sangatlah kompleks dan multifaktor meliputi faktor genetik dan lingkungan. Bagaimana dan mengapa terjadi obesitas belum lengkap dipahami, termasuk faktor sosial-ekonomi, kebudayaan, fisik, metabolik dan genetik, (Ryan, 2005). Obesitas umumnya disebabkan karena masukan energi melebihi penggunaan energi oleh tubuh untuk kepentingan metabolisme basal, aktivitas fisik, pembuangan sisa makanan dan untuk pertumbuhan, (Ma Y, 2003). Kelebihan energi yang dikonsumsi tanpa disertai penggunaan energi yang memadai akan menyebabkan peningkatan penyimpanan

energi dalam sel lemak yang berakibat meningkatnya jumlah dan ukuran sel lemak. Keadaan ini yang mengakibatkan obesitas, (Daniels, 2005).

Survei Kesehatan dan Status Gizi Nasional di Amerika Serikat (NHANES III) tahun 1988-1994 memperlihatkan bahwa kira-kira 30% remaja dengan obesitas mengalami sindroma metabolik. Sindroma tersebut sangat erat hubungannya dengan peningkatan risiko terhadap PJK dan penyakit metabolik seperti DM tipe 2 dan aterosklerosis. Gabungan dari obesitas, hipertensi, dan dislipidemia secara bersama-sama akan meningkatkan keparahan lesi aterosklerotik pada usia muda, (Boyd,dkk.,2005). Individu dengan obesitas sentral lebih berisiko untuk terjadi sindrom metabolik dibanding dengan obesitas perifer, (Steinberger dan Daniels,2003). Risiko kejadian sindroma metabolik lebih tinggi pada anak yang mempunyai orang tua dengan sindroma metabolik, (Huxley,dkk.,2004).

C. Profil Lipid

Lipid adalah zat organik yang tersusun terutama oleh karbon, hidrogen dan oksigen. Beberapa jenis lipid juga berisi nitrogen dan fosfor. Senyawa ini tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam beberapa pelarut organik. Beberapa jenis lipid penting yang terdapat dalam plasma ialah : Kolesterol, trigliserida, fosfolipid, dan asam lemak bebas (Gruhn, 2000).

Lipid merupakan suatu komponen penting bagi semua sel hidup yang berguna sebagai sumber cadangan energi yang disimpan dalam

bentuk trigliserida (Voet, 1995). Lipid memiliki sifat yang tidak larut dalam air, untuk beredar dalam tubuh diperlukan suatu sistem transport yang memungkinkan lipid tersebut dapat larut dalam plasma. Untuk itu lipid membentuk suatu kompleks makromolekul bersama dengan protein khusus yang disebut Apoprotein. Kompleks yang terbentuk tersebut mempunyai berat molekul yang tinggi yang disebut Lipoprotein. Terdiri dari 2 bagian yaitu bagian dalam (inti) yang tidak larut, terdiri dari trigliserida dan ester kolesterol dan bagian luar yang lebih larut, terdiri dari kolesterol bebas, fosfolipid, dan apoprotein, (Praptoharjo, 1999).

1. Jenis-jenis lemak

a. Apoprotein

Apoprotein selain berfungsi untuk melarutkan lipid dalam darah juga bertugas untuk mengarahkan transport dan metabolisme lipid seperti lipoprotein lipase. Akhir-akhir ini diketahui bahwa Apo-E memegang peranan penting dalam fungsi HDL untuk membawa kelebihan kolesterol dari perifer (termasuk sel endotel pembuluh darah) kembali ke hati (Praptoharjo, 1999).

b. Trigliserida

Merupakan simpanan lemak yang utama pada manusia dan 95% jaringan lemak tubuh. Di dalam plasma trigliserida ini terdapat dalam berbagai konsentrasi di berbagai fraksi lipoprotein secara umum dapat

dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi trigliserida maka semakin rendah kepadatan (densitas) dari lipoprotein. Pembawa utama trigliserida dalam plasma adalah kilomikron dan *very low density lipoprotein (VLDL)*, komposisi dalam darah 35%. Pada penderita obesitas kadar trigliserida akan meningkat.

d. **Kolesterol**

Berperan dalam berbagai biosintesis sterol : asam empedu, hormon adrenokortikal, androgen dan estrogen. Di dalam tubuh kolesterol dapat terdapat dalam bentuk bebas (tidak teresterifikasi) dan dalam bentuk kolesterol ester (teresterifikasi). Dalam keadaan normal sekitar dua pertiga kolesterol total plasma terdapat dalam bentuk ester. Sekitar 60-70% kolesterol diangkut oleh *LDL* dan sebagian kecil diangkut oleh *HDL* (15-25%). Pada obesitas kadar kolesterol akan meningkat.

e. **Fosfolipid**

Kompleks lipid ini berasal dari asam fosfatidat, dimana fosfolipid yang utama adalah sfingomielin, fosfatidil kolin atau lesitin, fosfatidil etanolamin dan fosfatidil serin. Kedua fosfolipid terakhir sering disebut dengan sefalin. Berbagai konsentrasi fosfolipid terdapat dalam berbagai fraksi lipoprotein, yang terbanyak terdapat dalam *HDL* (sekitar 30% massa) dan pada *LDL* (20-24% massa). Komposisi dalam darah 43%, (Mulyadi,1998., Mardiyono,2003).

e. **Lipoprotein**

Lipoprotein dibentuk di usus dan hati. Lipoprotein akan mengalami modifikasi oleh enzim setelah disekresi, dan *remnant* yang terbentuk diambil oleh reseptor pada permukaan sel. Proses ini diatur oleh komponen protein yang terdapat pada partikel yang disebut apolipoprotein, (Namara *et al*, 2000). Klasifikasi lipoprotein didasarkan pada densitas yang menggambarkan ukuran partikel. Semakin besar rasio lipid/protein maka semakin besar ukurannya dan makin rendah densitasnya. Terdapat lima kelas utama lipoprotein yaitu :

1) **Kilomikron**

Kilomikron berfungsi membawa lipid eksogen dari usus ke semua sel. Trigliserida yang diabsorpsi dari makanan melalui usus halus akan diangkut dalam bentuk kilomikron (Trigliserida eksogen) sedang yang berbentuk endogen diangkut dalam bentuk VLDL-kolesterol. Komposisi utama dari kilomikron adalah trigliserida kurang lebih 85-95% apoprotein terutama Apo-B dan beberapa Apo-A dan Apo-C.

2). ***Very Low Density Lipoprotein (VLDL)***

VLDL membawa lipid endogen dari hati ke sel. Selain kaya trigliserida, VLDL juga mengandung Apolipoprotein-B (Apo-B), Apolipoprotein-C (Apo-C) dan Apolipoprotein-E (Apo-E).

3). ***Intermediate Density Lipoprotein (IDL)***

IDL adalah antara yang terbentuk pada saat konversi VLDL menjadi LDL. Lipoprotein ini hanya terdapat untuk sementara dan tidak dapat dideteksi pada plasma normal, (Namara *et al*, 2000).

4). *Low Density Lipoprotein (LDL)*

Low density lipoprotein (LDL), mengandung 22% protein dan 78% lemak yang merupakan sumber utama kolesterol yang terikat dengan apoprotein. Fungsi utama *LDL* adalah meneruskan kolesterol ke jaringan ekstra hepatic yang mempunyai afinitas spesifik yang tinggi. Aktifitas reseptor *LDL* sebagian ditentukan oleh kadar kolesterol intrasel. Melalui reseptor inilah kebutuhan kolesterol tubuh akan terpenuhi dan akan merupakan faktor penghambat sintesis kolesterol di dalam sel-sel tubuh. Pada obesitas *LDL* akan meningkat.

5). *Hight density lipoprotein (HDL)*

Hight density lipoprotein (HDL), mengandung 52% protein dan 48% lemak, merupakan lipoprotein terkecil dibentuk di dalam sel-sel hati dan sel-sel usus kecil. Fungsi utama mengangkut kolesterol dan fosfolipid dari jaringan atau sel perifer ke hati untuk dirombak sehingga mencegah penumpukan kolesterol di sel perifer, *HDL* membawa kurang lebih $\frac{1}{4}$ kolesterol dalam plasma. Pada obesitas kadar *HDL* akan menurun, (Mulyadi,1998., Mardiyono,2003).

6). *Apolipoprotein B (Apo B)*

Apolipoprotein-B (*Apo-B*), merupakan komponen protein yang terbesar dari *LDL* dan juga terdapat pada *VLDL* dan kilomikron. *Apo-B*

akan mengatur interaksi antara *LDL* dan sebagian kilomikron sisa dengan reseptor spesifik yang ada di hati dan sel ekstra hepatic. Katabolisme Apo-B terutama melalui cara media reseptor.

Ada 2 bentuk Apo-B yaitu Apo B-100 dan Apo B-48

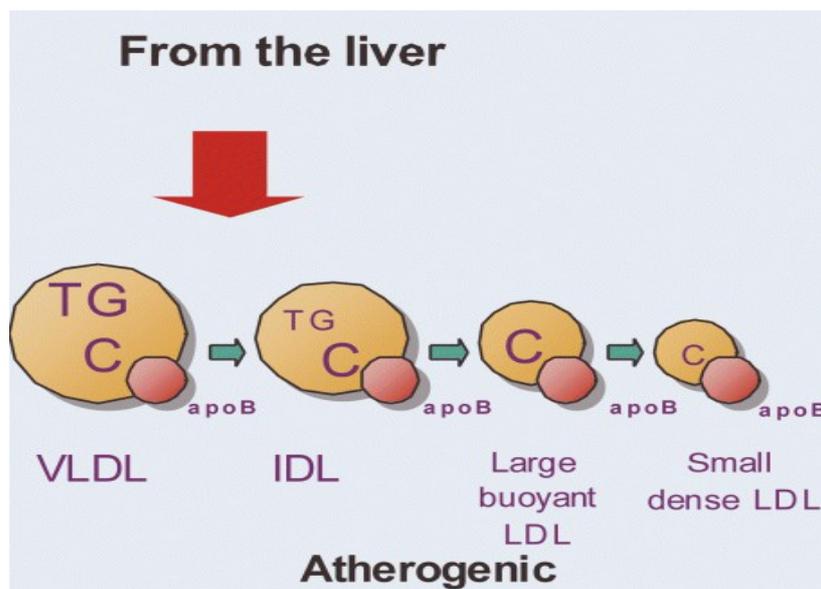
a). Apo-B100

Apo-B100 disintesa di hepar. *VLDL* dalam perjalanannya akan di metabolisir oleh enzim lipoprotein lipase menjadi *LDL*, Apo-B yang terdapat pada *LDL* berasal dari *VLDL* yaitu Apo-B100 dengan berat molekul 549.000. Fungsi Apo-B100 berikatan dengan reseptor *LDL* dan mengangkut kolesterol dari hati ke sel perifer.

b). Apo-B48

Apo-B48 disintesa di usus, didapatkan hanya pada kilomikron dan kilomikron *remnant* (sisa) dengan berat molekul 264.000. Apo-B48 tidak berikatan dengan reseptor *LDL*. Fungsi Apo-B48 yaitu mengangkut lipid eksogen saja, (Mulyadi,1998., Mardiyono,2003).

Apo-B100 adalah protein sekretori, agar dapat disekresikan, protein tersebut harus digabungkan ke dalam *VLDL*. *VLDL* ini terdiri dari inti berupa lipid netral (trigliserida dan ester kolesterol) dikelilingi oleh satu lapis struktur amphipatik (fosfolipid, kolesterol tanpa esterifikasi) dimana Apo-B100 terikat.



Gambar 1. Gabungan Apolipoprotein-B dengan Lipoprotein

Partikel Apo-B100 terdiri dari VLDL, *intermediate-density lipoprotein* (IDL), LDL. VLDL adalah partikel lipoprotein yang kaya trigliserida yang disekresikan oleh hati. Masing-masing mengandung satu molekul Apo-B100. VLDL membawa trigliserida dari hati ke jaringan adiposa dan otot, dan memainkan peran kunci dalam mempertahankan homeostasis kolesterol dalam hati. Setelah sebagian besar inti trigliserida dihapus, VLDL menjadi LDL, partikel lebih kecil yang diperkaya ester kolesterol daripada trigliserida. Sedangkan IDL mempunyai ukuran dan komposisi yang sedang antara VLDL dan LDL, dan untuk tujuan klinis, mereka dikelompokkan dengan LDL.

Setiap partikel lipoprotein berisi salah satu molekul Apo-B48 atau satu molekul Apo-B100 dan karena itu total Apo-B sama dengan jumlah Apo-B48 dan Apo-B100. Konsentrasi Apo-B plasma mencerminkan jumlah

lipoprotein aterogenik yang beredar dalam sirkulasi. Risiko yang ditimbulkan dari partikel Apo-B berhubungan dengan ukuran dan jumlah Apo-B dan lamanya Apo-B dibersihkan dari plasma. Kilomikron dibersihkan sangat cepat, dalam waktu 5- 10 menit, VLDL lebih lambat antara 2-4 jam, dan LDL dikeluarkan setelah 3-5 hari. Kilomikron dan VLDL remnan dapat menembus dinding arteri, oleh karena itu, berkontribusi penting untuk risiko aterosklerosis. Karena heterogenitas Apo-B yang berbeda dalam ukuran dan komposisi, maka Apo-B merupakan penanda lebih akurat risiko aterosklerosis daripada kolesterol, (Sniderman, 2009).

Penelitian *Framingham Offspring*, Apo-B adalah lebih baik dari kolesterol total dan LDL sebagai faktor risiko aterosklerosis. Apo-B diidentifikasi lebih akurat yang bertanggung jawab dalam proses aterosklerosis, yaitu masuknya partikel Apo-B dalam dinding pembuluh darah arteri adalah kunci dalam patofisiologi aterosklerosis. Penentu utamanya adalah konsentrasi partikel Apo-B dalam plasma. Masuknya partikel Apo-B dalam endotel menyebabkan *oksidative stress*, disfungsi endotel, vasokonstriksi dan inflamasi yang menyebabkan penyerapan dan penghacuran partikel-partikel ini ke dalam makrofag dalam dinding pembuluh darah. Sebagian agen inflamasi ini menyebabkan penyembuhan dari dinding pembuluh darah yang cedera, sementara sebagian lain mengakibatkan kerusakan lebih lanjut dari dinding pembuluh darah, (Sniderman, 2009).

Apo-B merupakan faktor risiko terjadinya aterosklerosis, komponen utama dari lipoprotein aterogenik, yaitu *very low density lipoprotein* (VLDL), *intermediate density lipoprotein* (IDL), dan *low density lipoprotein* (LDL), yang bertanggung jawab untuk membawa kolesterol ke jaringan. Tiap lipoprotein mengandung 1 molekul Apo-B, dan konsentrasi Apo-B plasma mencerminkan jumlah lipoprotein aterogenik yang beredar dalam sirkulasi. Aterosklerosis ditandai dengan peningkatan ketebalan tunika intima media pada arteri karotis, (Keulen et al, 2002).

Ketebalan normal tunika intima media arteri karotis pada orang dewasa antara 0,36-0,90 mm (Salonen and Salonen Atherosclerosis 1990), ketebalan lebih dari 0,90 mm menandakan suatu abnormalitas atau aterosklerosis yang meningkat dengan bertambahnya usia. Kadar Apo-B adalah indikator yang lebih baik sebagai faktor risiko penyakit kardiovaskuler yang disebabkan aterosklerosis dibandingkan kolesterol total maupun LDL, (Williams, 2003. Sniderman, 2009, Pischon, 2005, Stompor, 2007).

2. Asupan Lemak

Lemak dalam tubuh diperlukan sebagai cadangan energi, suhu tubuh dan masih banyak lagi fungsi lain lemak bagi tubuh. Selain fungsi tersebut lemak dapat juga membahayakan kesehatan, bila asupan lemak tidak bijaksana seperti asupan yang tinggi lemak jenuh, lemak tidak jenuh yang terlalu rendah, serta asupan kolesterol dan lemak total yang berlebih. Asupan lemak yang dianjurkan untuk orang adalah 20-30% dari

total energi, (Wang Y, 2001). Diet yang direkomendasikan adalah asupan lemak $\leq 30\%$ total energi dan tidak kurang dari 20% total energi, asam lemak jenuh $< 10\%$ total kalori, serta diet kolesterol < 300 mg/hari, (Wasowicz, 2003. Klish & Baker 1998).

Rata-rata asupan makanan anak dan dewasa di Amerika sekitar $30-36\%$ lebih tinggi dari diet yang direkomendasikan, (Lee Y, *et al*, 2001). Lemak merupakan zat organik yang tersusun terutama oleh karbon, hidrogen dan oksigen, beberapa jenis lemak juga berisi nitrogen dan fosfor. Senyawa ini tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam pelarut organik seperti : eter, kloroform dan benzena. Lemak terdapat dalam semua bagian tubuh manusia terutama dalam otak, mempunyai peran dalam proses metabolisme secara umum, sebagian lemak sel jaringan terdapat sebagai komponen utama membran sel dan berperan mengatur jalannya metabolisme di dalam sel, (Park & Troxler, 1996).

Karbohidrat, protein dan lemak sebagai makronutrien untuk masukan energi dan karbohidrat merupakan sumber energi yang tertinggi ($40- 60\%$). Lemak makanan (*Dietary fat*) pada umumnya merupakan campuran lemak heterogen, sebagian besar terdiri dari trigliserida sebagian kecil fosfolipid, sfingolipid, glikolipid dan kolesterol. Trigliserida berfungsi terutama sebagai penyimpanan energi, sedangkan kolesterol dan fosfolipid dalam keadaan normal terdapat dalam membran sel untuk mempertahankan sifat hidrofobik agar fungsi dan struktur sel tetap normal, (Moerdowo, 1987).

Beberapa peranan biologi yang penting dari lemak sebagai berikut,

(Moerdowo, 1987) :

- a. Komponen struktural membran
- b. Lapisan pelindung pada beberapa jasad
- c. Bentuk energi cadangan
- d. Komponen permukaan sel yang berperan dalam proses interaksi antara sel dengan senyawa kimia diluar, seperti dalam proses kekebalan jaringan
- e. Sebagai komponen dalam proses pengangkutan melalui membran dan sebagai pelarut vitamin (A,D,E, dan K)

Sebagian besar bentuk utama penyimpanan energi dalam tubuh adalah trigliserida, hasil reaksi gliserol dan asam lemak. Lemak mempunyai keuntungan yang jelas dibandingkan karbohidrat dan protein yaitu nilai kalorinya lebih dari dua kalinya dan pada penyimpanan mengandung sedikit air, trigliserida merupakan bentuk yang paling pekat dimana energi potensial dapat disimpan. Lemak dalam plasma darah terdapat sebagai : trigliserida, kolesterol, fosfolipid dan asam lemak bebas, (Heyden, 1992).

Karena sifat lemak yang tidak larut dalam air maka supaya dapat diangkut dari satu tempat ke tempat yang lain di dalam tubuh, lemak itu diikat oleh sejenis protein yang disebut apoprotein, sehingga terbentuk kompleks, yang dikenal sebagai lipoprotein yang bersifat hidrofil (larut dalam air), (Mayes, 1990).

3. Metabolisme Dan Sintesis Lemak

Lipid plasma berasal dari makanan (eksogen) atau disintesis dalam badan (endogen). Lipid sukar larut dalam air, pengangkutannya dalam tubuh berbentuk kompleks dengan protein yang disebut lipoprotein. Lipoprotein tersusun atas inti yang sukar larut (non polar) yang terdiri atas ester kolesterol dan trigliserida serta bagian yang mudah larut (polar) yang terdiri dari protein, fosfolipid dan kolesterol bebas, (Namara *et al*, 2000).

Lemak yang berasal dari makanan akan masuk ke dalam pembuluh darah setelah bergabung dengan protein dan membentuk suatu partikel yang dinamakan lipoprotein. Ada beberapa jenis lipoprotein diantaranya VLDL, IDL, LDL, dan HDL. Semua partikel lipoprotein tersebut, kecuali HDL termasuk dalam kategori partikel aterogenik (dapat menyebabkan aterosklerosis), Komponen protein yang menyusun lipoprotein disebut sebagai apolipoprotein yang jenisnya juga beragam, salah satunya dikenal sebagai Apo-B. Apo-B merupakan komponen penyusun berbagai partikel aterogenik yang berbahaya bila jumlahnya berlebih, (Sniderman,2009)

Lemak yang berasal dari makanan mengalami pemecahan menjadi asam lemak bebas, trigliserida, fosfolipid dan kolesterol didalam usus. Kemudian diolah dan diserap kedalam darah dalam bentuk kilomikron. Trigliserida disimpan dalam jaringan lemak diseluruh tubuh, sedangkan sisa pemecahan kilomikron akan diuraikan menjadi kilomikron remnant, yang beredar menuju hati. Di dalam hati pula trigliserida dan kolesterol di sintesis dari karbohidrat. Sebagian kolesterol ini akan di buang ke dalam empedu sebagai asam empedu dan sebagian lagi bersama sama dengan

trigliserida, akan bergabung dengan Apo-B membentuk VLDL. VLDL ini lalu dipecah oleh enzim lipoprotein lipase menjadi IDL yang bertahan selama 2-6 jam, kemudian berubah menjadi LDL, (Harrow, 1982).

Fungsi LDL adalah membawa kolesterol ke jaringan perifer, juga dinding pembuluh darah arteri sehingga dapat digunakan oleh sel-sel tubuh yang memerlukan dan yang sebagian lagi dimanfaatkan oleh hati untuk diolah kembali. Tetapi suatu ikatan lain antara kolesterol dengan apoprotein A akan membentuk HDL. Fungsinya berlawanan dengan LDL, yakni mengambil kolesterol dari jaringan dan membawanya ke hati untuk dikeluarkan lewat empedu, (Harrow, 1982).

Gambar 2. Transpor lipid

Sumber : Davis PG, Wagganer JD., 2006

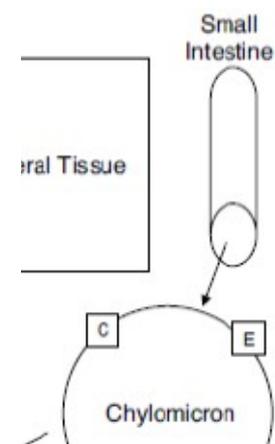
4. Peran Apolipoprotein-B dalam Patogenesis

Aterosklerosis

Jika banyak mengkonsumsi bahan makanan yang tinggi kandungan kolesterol, maka kadar kolesterol dalam hati akan meningkat,

sehingga hati mempunyai cukup kadar kolesterol dan akan menghentikan pengambilan kolesterol LDL, sehingga membuat kadar kolesterol darah meningkat, (Eckel, 1997).

Dari hati, kolesterol diangkut oleh lipoprotein yang bernama LDL (Low Density Lipoprotein) untuk dibawa ke sel-sel tubuh yang memerlukan, termasuk ke sel otot jantung, otak dan lain-lain agar dapat



berfungsi sebagaimana mestinya. Kelebihan kolesterol akan diangkut kembali oleh lipoprotein yang disebut HDL (High Density Lipoprotein) untuk dibawa kembali ke hati yang selanjutnya akan diuraikan lalu dibuang ke dalam kandung empedu sebagai asam (cairan) empedu. LDL mengandung lebih banyak lemak daripada HDL sehingga LDL akan mengambang di dalam darah.

Protein utama yang membentuk LDL adalah Apolipoprotein-B (Apo-B). LDL dianggap sebagai lemak yang "jahat" karena dapat menyebabkan penempelan kolesterol di dinding pembuluh darah. Sebaliknya, HDL disebut sebagai lemak yang "baik" karena dalam operasinya ia membersihkan kelebihan kolesterol dari dinding pembuluh darah dengan mengangkutnya kembali ke hati. Protein utama yang membentuk HDL adalah Apolipoprotein-A (Apo-A). HDL ini mempunyai kandungan lemak lebih sedikit dan mempunyai kepadatan tinggi sehingga lebih berat, (Anonim, 2009).

Kolesterol LDL yang tinggi dalam darah akan sangat mudah berubah bentuk dan sifatnya Hal ini diperparah oleh adanya komponen apo B yang membuat partikel LDL tertahan lebih lama di lapisan dalam dinding pembuluh darah yang dikenal dengan lapisan intima, (Sniderman,2009).

LDL yang tertahan di pembuluh darah akan teroksidasi sehingga akan memicu pelepasan senyawa yang menyebabkan komponen Leukosit masuk ke dalam pembuluh darah. Leukosit yang ada dalam pembuluh

darah berubah menjadi makrofag yang akan menangkap LDL teroksidasi. LDL akan dianggap sebagai benda asing oleh tubuh dan akan difagositosis oleh sel-sel makrofag yang berperan untuk mengeluarkan zat-zat yang sudah tidak berguna lagi atau berbahaya bagi tubuh. Sel makrofag ini kemudian akan berubah menjadi sel-sel busa (foam cell) yang dapat mengendap pada lapisan dinding pembuluh darah arteri dan membentuk sumbatan-sumbatan. Proses penyumbatan ini kemudian dikenal sebagai aterosklerosis. Dari aterosklerosis yang terjadi pada pembuluh darah inilah kemudian berlanjut menjadi PJK, (Eckel, 1997).

Hasil penelitian dari Haryo tahun 2011 menunjukkan hubungan yang bermakna antara kadar Apo-B tinggi (>105 mg/dl) dengan aterosklerosis arteri karotis interna pada pasien pasca stroke iskemik ($p=0,0001$). Hal ini sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa konsentrasi Apo-B plasma mencerminkan jumlah lipoprotein aterogenik yang beredar dalam sirkulasi. Risiko yang ditimbulkan dari partikel Apo-B berhubungan dengan ukuran dan jumlah Apo-B dan lamanya Apo-B dalam plasma, (Sniderman,2009).

Apolipoprotein-B merupakan petanda yang lebih pasti untuk pemantauan pengobatan statin dibandingkan dengan LDL atau non HDL kolesterol. *Small dense* LDL yaitu LDL pepadatan lebih kecil, yang berbahaya, dapat dihitung dari angka banding LDL lansung dan Apo-B, apabila kurang dari 1,2 akan meningkatkan bahaya PJK tiga kali lipat dibandingkan dengan LDL ukuran normal, (Wagne, 2003., Charlton,2009).

Penelitian kohort yang dilakukan oleh *The Quebec Cardiovascular Study* yang diikuti oleh 2.115 sampel dan diikuti selama 5 tahun mendapatkan bahwa pasien dengan kadar Apo-B ≥ 120 mg/dl mempunyai risiko penyakit kardiovaskular 6 kali lipat, (Lamarche, 1996).

Apo-B diidentifikasi lebih akurat yang bertanggung jawab dalam proses aterosklerosis dibanding LDL, yaitu masuknya partikel Apo-B dalam dinding pembuluh darah arteri adalah kunci dalam patofisiologi aterosklerosis, (Sniderman, 2009).

Semakin banyak partikel yang mengandung Apo-B di daerah tersebut, artinya semakin banyak pula penumpukan partikel yang berpotensi mengakibatkan terjadinya aterosklerosis pembuluh darah. Akibat terjadinya aterosklerosis akan mengakibatkan aliran darah menjadi tidak lancar bahkan terhenti. Hal inilah yang banyak terjadi pada kejadian stroke dan serangan jantung. Jumlah Apo-B menggambarkan jumlah partikel lipoprotein yang bersifat aterogenik, maka pemeriksaan kadar Apo-B dapat digunakan untuk memprediksi risiko terjadinya aterosklerosis, (Sniderman, 2009).

Penangkapan dari partikel Apo-B dalam dinding arteri adalah peristiwa utama yang memulai dan menghantarkan proses aterosklerotik dalam dinding arteri. Menurunkan jumlah partikel Apo-B dalam plasma adalah satu-satunya terapi yang ampuh untuk mengurangi cedera pada dinding pembuluh darah dan mengurangi jumlah kejadian klinis. Mengingat bahwa penyakit aterosklerosis, terutama penyakit koroner

adalah penyebab kematian paling umum di seluruh dunia, dan Apo-B dapat diukur secara akurat dan murah pada sampel non puasa, serta superioritas Apo-B telah diakui oleh *the American College of Cardiology*, *the American Diabetes Association* dan *the American Association of Clinical Chemistry*, sekarang saatnya untuk memperkenalkan Apo-B ke dalam praktek rutin penanganan stroke iskemik, (Sniderman,2009).

Penurunan kadar Apo-B terbukti dapat menurunkan mortalitas penyakit *cardiovascular*, mengurangi timbulnya gejala klinik serta menghambat progresi lesi aterosklerotik bahkan dapat meregresi lesi aterosklerotik di pembuluh darah arteri, (Suhartono, 2008, Minematsu, 2008).

D. Intervensi Olahraga

1. Olahraga

Olahraga (Sport) merupakan salah satu jenis aktifitas fisik yang direncanakan dan diberi struktur dengan gerakan tubuh berulang-ulang untuk memperoleh berbagai aspek kebugaran, (Fatmah, 2011).

Olahraga merupakan aktifitas sistem muskuloskeletal yang sistematis dan terstruktur dengan frekuensi, intensitas, type dan time yang telah ditentukan. Gerak pada dasarnya adalah ciri kehidupan. Olahraga adalah “stressor”, olahraga juga merupakan “ Nutrisi”bagi tubuh. Penataan program pelatihan dengan dosis yang tepat, teratur, terukur, cukup memberi rangsangan, sistematis, berkesinambungan, sesuai

dengan umur, menyenangkan. Dosis pelatihan yang diberikan harus mampu merangsang fungsi organ, (Wiarso,2013).

Berikut dosis olahraga yang bertujuan untuk meningkatkan stamina dan kesehatan tubuh, (Wiarso,2013).

- a. Kenalilah kondisi kesehatan dan kebugaran anda sebelum olahraga dengan melakukan tes kesehatan dan kebugaran jasmani, mulai dari aspek identifikasi seperti umur, jenis kelamin, kondisi fisik dan mental saat akan dilakukan olahraga.
- b. Berolahraga sesuai dengan kemampuan dan dapat ditingkatkan secara bertahap. Pada olahraga dikategorikan berdasarkan DNM (Denyut Nadi Maksimal) menjadi ringan, sedang, atau berat. Berdasarkan sistem energi dibagi menjadi dua yaitu aerobik dan anaerobik. Olahraga yang ditujukan bagi stamina sering dikategorikan olahraga yang aerobik dengan intensitas sedang 65-80 % DNM, karena bisa terjadi optimalisasi fungsi otot, jantung dan pernafasan.
- c. Berolahraga sesuai dengan dosis sebagai berikut: (FITT, frekuensi, intensitas, tempo dan tipe)
 - Hitunglah terlebih dahulu denyut nadi maksimal (DNM) yaitu $220 - \text{umur}$, misalnya umur 40 tahun, maka $\text{DNM} = 220 - 40 = 180$ kali/menit.
 - Frekuensi : 3 – 5 kali/minggu, berselang 1 hari
 - Intensitas latihan :
 - Aerobik : denyut nadi mencapai 70 – 85 % x DNM,
 - menurunkan lemak tubuh : denyut nadi mencapai 60 – 70 % x DNM

dengan latihan lebih 1 jam, karena hormon adrenalin yang berperan penting dalam proses penghancuran lemak tubuh mulai efektif dikisaran menit ke 30 setelah latihan.

- Tempo latihan : rata-rata 30 – 60 menit.
- d. Tata cara olahraga :
 - Pemanasan dan peregangan : 10 menit
 - Latihan inti : 20 – 30 menit
 - Pendinginan dan peregangan : 10 menit

Tatacara olahraga ini sebaiknya dilakukan secara terencana untuk mencapai optimalisasi dari olahraga itu sendiri karena masing-masing tahapan memiliki tujuan yang spesifik, (Wiarso, 2013).

- a. Periode pemanasan
Pemanasan merupakan upaya tubuh untuk menyesuaikan diri dengan peningkatan sirkulasi secara bertahap, sekaligus meminimalkan kekurangan oksigen dan pembentukan asam laktat. Dari segi sistem gerak pemanasan bertujuan mencegah timbulnya cedera dari otot dan persendian.
- b. Periode latihan. Sesuai dengan apa yang dipaparkan diatas yaitu mengenai frekuensi, intensitas, dan tempo latihan.
- c. Pendinginan
Pada periode pendinginan tekanan darah harus diusahakan berangsur-angsur turun kembali, tidak menurun drastis apalagi melampaui tekanan darah /denyut jantung sebelum latihan. Jangan sampai aliran darah turun secara drastis. Dan tindakan yang benar adalah teruskan dahulu gerakan latihan terakhir lalu kurangi secara berangsur-angsur setelah itu baru berhenti.

2. Latihan

Latihan (exercise) merupakan serangkaian aktivitas fisik yang terstruktur dan berirama dengan intensitas tertentu dalam jangka waktu tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan kebugaran jasmani.

Contohnya adalah senam kebugaran jasmani (SKJ), senam aerobik, latihan beban, bersepeda dan lain-lain, (Afriwardi, 2011).

Exercise adalah perangkat utama dalam proses latihan harian untuk meningkatkan kualitas fungsi organ tubuh manusia, sehingga mempermudah olahragawan dalam penyempurnaan gerakannya. Exercise akan berdampak kepada respon faal. Hal ini akan menyebabkan penurunan, (Wiaro,2013).

Ciri-ciri latihan, (Wiaro,2013).

- a. Suatu proses untuk mencapai tingkat kemampuan yang lebih baik dalam berolahraga yang memerlukan waktu dan perencanaan yang tepat.
- b. Proses latihan harus teratur, berkelanjutan dan bersifat progresif latihan di berikan dari yang sederhana hingga yang kompleks.
- c. Pada setiap latihan harus memiliki tujuan dan sasaran.

3. Prinsip-Prinsip Latihan

Prinsip latihan merupakan hal yang harus di taati agar tujuan latihan dapat dicapai sesuai dengan harapan. Prinsip latihan berperan penting terhadap beberapa aspek yaitu aspek fisiologis dan psikologis. Dengan mentaati prinsip-prinsip latihan, akan mendukung upaya untuk meningkatkan kualitas latihan serta menghindari cedera selama melakukan latihan. Prinsip-prinsip latihan menurut Bompa (1994) dan marten (1990) terdiri dari 10 prinsip yaitu sebagai berikut, (Wiaro,2013) :

- a. Prinsip Kesiapan

Pada prinsip ini, Materi dan dosis latihan harus disesuaikan dengan usia atlet. Atlet yang belum dewasa lebih sedikit untuk mampu memanfaatkan latihan. Hal demikian karena terdapat perbedaan dalam kematangan, baik kematangan otot, power maupun psikologis. Sebelum masa pubertas seorang atlet biasanya secara fisiologis belum siap untuk menerima latihan secara penuh.

b. Prinsip Individual

Setiap individu pasti memiliki kemampuan yang berbeda-beda.

Demikian juga dalam merespon beban latihan untuk setiap atlet berbeda-beda. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan perbedaan terhadap kemampuan atlet dalam merespon beban latihan adalah :

- Keturunan
Faktor yang berkaitan dengan warisan biologis adalah keadaan fisik, ukuran jantung dan paru-paru.
- Kematangan
Semakin matang kondisi seorang atlet semakin mampu menerima intensitas beban latihan yang lebih tinggi.
- Gizi
Makanan yang bergizi sangat penting bagi perkembangan atlet. Latihan dapat mengakibatkan perubahan dalam jaringan, organ tubuh, karena perubahan tersebut memerlukan asupan protein, karbohidrat, lemak, dan gizi yang lain.
- Waktu istirahat dan tidur
Untuk atlet junior yang masih dalam masa pertumbuhan, diperlukan waktu istirahat dan waktu tidur yang cukup. Atlet junior umumnya memerlukan waktu tidur kurang lebih 8 jam untuk setiap hari.
- Kebugaran
Atlet yang tidak memiliki kebugaran jasmani yang tinggi akan mudah lelah dalam menerima beban latihan. Tingkat kebugaran

dipengaruhi oleh kebugaran energi (meliputi sistem aerobik dan anaerobik) dan kebugaran otot (meliputi kekuatan, kecepatan, kelentukan, koordinasi, dan daya tahan).

- Lingkungan

Lingkungan dapat berupa lingkungan fisik dan lingkungan psikis.

Lingkungan ini dapat mempengaruhi seorang atlet dalam merespon beban latihan. Misalnya pada musim panas seorang atlet akan sulit untuk menerima beban latihan yang tinggi.

- Cidera

Ketika cidera, seorang atlet akan sulit untuk menerima beban latihan baik secara fisiologis maupun psikis. Maka harus disesuaikan beban latihan untuk atlet yang sehat dan atlet yang sedang cidera.

- Motivasi

Seorang atlet yang memiliki motivasi yang tinggi akan melakukan latihan dengan tekun dan rajin. Dan ketika bertanding akan berusaha dengan keras dan mampu tampil dengan baik.

c. Prinsip beban berlebih

Prinsip ini menggambarkan bahwa beban latihan harus diberikan secara cukup berat, intensitas tinggi dan dilakukan secara berulang-ulang. Apabila beban terlalu berat, akan mengakibatkan tubuh tidak mampu beradaptasi sedangkan bila beban terlalu ringan tidak akan berpengaruh terhadap kualitas latihan atlet.

d. Prinsip peningkatan

Ketika latihan, beban latihan harus bertambah secara bertahap dan kontinu. Prinsip ini harus memperhatikan frekuensi latihan, intensitas latihan dan durasi latihan untuk setiap latihan.

e. Prinsip kekhususan

Setiap atlet melakukan latihan pasti memiliki tujuan. Materi latihan harus dipilih sesuai dengan kebutuhan cabang olahraga. Berikut

adalah pertimbangan dalam menerapkan prinsip kekhususan yaitu

- Spesifikasi kebutuhan energi
 - Spesifikasi bentuk dan model latihan
 - Spesifikasi ciri gerak dan kelompok otot
 - Waktu latihan
- f. Prinsip variasi
Ketika melakukan latihan yang terus menerus, pastilah atlet akan merasa bosan apabila bentuk dan model latihan yang diberikan monoton. Untuk menghindari kejenuhan dan kebosanan, maka latihan harus disusun secara variatif.
- g. Prinsip pemanasan dan pendinginan
Pemanasan adalah hal yang sangat penting dilakukan sebelum melakukan aktivitas fisik. Fungsi pemanasan adalah untuk mempersiapkan otot untuk berkontraksi dan mempermudah oksigen lepas dari hemoglobin dan menaikkan pemakaian volume oksigen. Pendinginan sama pentingnya dengan pemanasan. Aktifitas pendinginan terjadi proses penurunan kondisi tubuh dari latihan yang berat menuju keadaan normal. Pada saat pendinginan akan membantu memperlancar peredaran darah, menurunkan ketegangan otot dan memperlancar pengangkutan sisa metabolisme.
- h. Prinsip latihan jangka panjang
Prestasi tidak dapat diraih seperti membalikkan telapak tangan. Untuk memperoleh prestasi harus melalui proses latihan dalam jangka waktu yang lama.
- i. Prinsip multilateral
Prinsip multilateral mencakup keserasian semua organ dan sistem tubuh serta proses fisiologis dan psikisnya. Perkembangan fisik

merupakan salah satu syarat untuk memungkinkan tercapainya perkembangan fisik khusus dan keterampilan dapat dikuasai secara sempurna.

- j. Prinsip partisipasi aktif berlatih
Selama latihan seorang atlet harus di berikan informasi mengenai tujuan-tujuan latihan dan efek latihan yang dilakukannya. Selain itu seorang atlet harus senantiasa menjaga kesehatannya, cukup istirahat dan tidak melakukan hal-hal yang merugikan diri.

4. Sistem Energi Selama Latihan

Pemenuhan energi pada saat aktifitas fisik diperoleh melalui proses metabolisme. Metabolisme adalah proses kimia yang memungkinkan sel-sel untuk dapat melangsungkan hidupnya, (Guyton & Hall, 2008).

Definisi yang lain dari metabolisme adalah seluruh perubahan kimiawi yang terjadi di dalam tubuh. Tubuh mengubah makanan menjadi energi melalui beberapa jalur yang berbeda. Energi yang diperlukan untuk kontraksi otot diperoleh dari zat makanan yang dikonsumsi setiap hari. Namun secara umum dibedakan menjadi jalur aerobik dan anaerobik. Kedua jalur ini kemudian di jabarkan menjadi 3 jalur yang terjadi dalam aktifitas fisik untuk kontraksi otot. (Wiarso,2013).

Program latihan fisik yang benar harus direncanakan secara matang dengan memperhatikan sistem energi kimia (*adenosin triphosphate*, ATP) yang digunakan, Menurut Fox (1993) sistem energi terbagi 3 yaitu :

- Sistem energi ATP – PC
- Sistem energi Anaerobik – glikolisis

- Sistem aerobik

Metabolisme Anaerobik

a. Sistem ATP – PC

Sistem energi ATP – PC menyediakan energi dan digunakan untuk beraktifitas dengan durasi waktu yang singkat dan tiba-tiba dengan intensitas yang tinggi. Sumber energi ini berasal dari simpanan ATP – PC yang tersedia di otot yang pecah. Ketika melakukan aktifitas maksimum, sistem energi ini hanya mampu bertahan sekitar 7 – 10 detik. Hal ini dikarenakan simpanan ATP dan PC dalam otot sangat sedikit. Sistem ini tidak membutuhkan oksigen untuk menghasilkan ATP. Pada sistem ini ATP yang tersimpan di otot digunakan pertama kali sekitar 2 – 3 detik dan kemudian disusul dengan PC (creatin phosphate) untuk resintesa ATP sampai PC di dalam otot habis yang bertahan sekitar 7 – 10 detik, (Wiaro,2013).

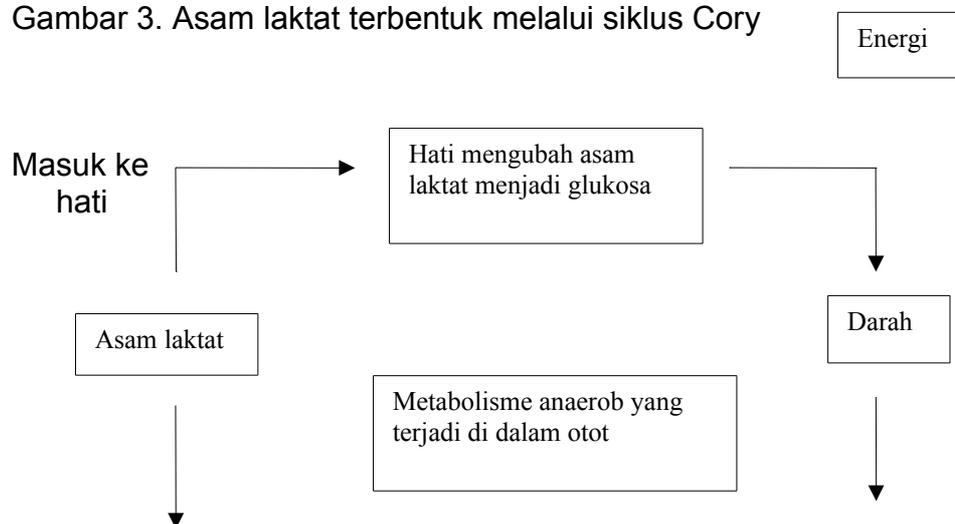
- $ATP \rightleftharpoons ADP + P + \text{energi}$ \rightleftharpoons detik pertama
- $PC + ADP \rightleftharpoons ATP$ \rightleftharpoons beberapa detik berikutnya

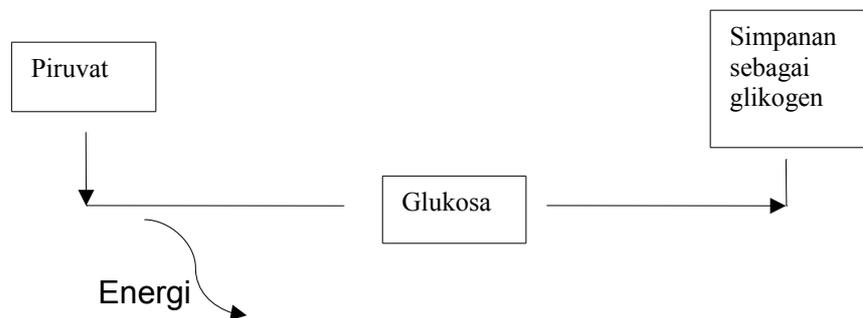
b. Sistem anaerobik glikolisis

Setelah ATP dan PC digunakan dan aktifitas fisik terus berlanjut, secara otomatis tubuh akan merubah ke system anaerobik – glikolisis untuk melanjutkan metabolisme yang bertujuan untuk menghasilkan ATP. Pada sistem anaerobik – glikolisis ini energi diperoleh dari glikogen otot dan glukosa darah. System ini menghasilkan 2 – 3 ATP dari karbohidrat dengan hasil samping asam laktat. sistem anaerobik – glikolisis memecah

glukosa tanpa bantuan oksigen. Asam piruvat yang terbentuk dari proses glikolisis ini dapat mengalami proses metabolisme lanjut baik secara aerobik ataupun anaerobik bergantung pada ketersediaan oksigen di dalam tubuh. Ketika melakukan aktifitas fisik dengan intensitas yang rendah dimana kesediaan oksigen di dalam tubuh cukup besar, molekul asam piruvat yang terbentuk dapat di ubah menjadi CO_2 dan H_2O di dalam mitokondria. Asam laktat adalah konversi dari asam piruvat ketika melakukan aktifitas fisik yang cepat misalnya sprint. Asam laktat yang terbentuk dan menumpuk di otot menyebabkan sel menjadi asam yang akan mempengaruhi kerja otot yang tidak efisien, nyeri otot dan kelelahan otot sehingga harus diselingi dengan istirahat, (Wiaro,2013).

Gambar 3. Asam laktat terbentuk melalui siklus Cory





Latihan anaerobik adalah aktifitas yang tidak membutuhkan oksigen. Latihan anaerobik merupakan aktifitas dengan intensitas tinggi yang membutuhkan energi secara cepat dalam waktu yang singkat tetapi tidak dapat dilakukan secara dalam waktu yang lama. Aktifitas ini membutuhkan recovery agar ATP dapat di regenerasi kembali sehingga dapat melakukan aktifitas fisik kembali. Contoh : lari sprint 100 meter, lompat jauh, lompat tinggi dan lainnya, (Wiarso,2013).

c. **Sistem Aerobik**

Metabolisme Aerobik

Proses metabolisme aerobik adalah proses metabolisme energi yang membutuhkan oksigen dan prosesnya terjadi di dalam mitokondria. Sistem ini menghasilkan energi yang besar yang digunakan untuk aktifitas yang berdurasi lama. Metabolisme ini di gunakan terutama pada aktifitas fisik yang memerlukan daya tahan yang biasanya mempunyai intensitas

rendah namun dikerjakan dalam waktu yang lama. Sumber energi utama yang digunakan untuk menyediakan energi bagi otot untuk berkontraksi berasal dari simpanan karbohidrat dan lemak. Lemak yang disimpan di dalam tubuh hanya dapat dipecah melalui proses metabolisme aerobik untuk menghasilkan ATP, namun proses ini juga memerlukan ketersediaan karbohidrat agar proses pembakarannya menjadi sempurna. ATP yang dihasilkan pada sistem ini 20 kali lebih banyak daripada yang dihasilkan pada proses metabolisme anaerobik yaitu sejumlah 38 – 39 ATP, (Wiarso,2013).

Ketika aktifitas fisik dimulai, ATP dihasilkan melalui proses metabolisme anaerobik. Dengan meningkatnya proses pernafasan dan detak jantung serta ketersediaannya oksigen dalam tubuh, maka metabolisme aerobik dimulai dan akan terus berlangsung sampai ambang asam laktat tercapai. Ketika tahap ini dilampaui, tubuh tidak dapat mengalirkan oksigen secara cepat untuk menghasilkan ATP dan metabolisme anaerobik dimulai kembali. Sistem energi aerobik dan sistem energi anaerobik bekerja secara serempak sesuai dengan kebutuhan ATP yang diperlukan oleh tubuh dalam melakukan aktifitas fisik, (Wiarso,2013).

Anaerobik :  sistem energi  aerobik

- Alaktik
- Laktik

Aerobik merupakan suatu bentuk proses kegiatan fisik yang ritmis dilakukan secara terus menerus dengan memadukan beberapa gerakan yang bertujuan untuk menguatkan jantung, peredaran darah, otot dan

membakar lemak sehingga tubuh memerlukan oksigen yang lebih banyak dan denyut nadi meningkat. Aerobik juga bertujuan untuk mencapai kesegaran kardiorespiratori atau kesegaran aerobik. Kesegaran kardiorespiratori adalah kemampuan melepaskan energi metabolisme yang ditunjukkan dengan kemampuan kerja fisiologis tubuh untuk menghasilkan efisiensi dari pembuluh darah, jantung dan paru dalam periode waktu lama (Richard T.1993).

Pada olahraga ini metabolisme energi yang bekerja terutama adalah sistem metabolisme aerobik, sedangkan bahan bakar yang digunakan terutama adalah karbohidrat dan lemak (Pate, 1984). Untuk ketahanan aerobik selain diperlukan jantung dan paru untuk mengangkut oksigen yang banyak maka kemampuan sel untuk menggunakan oksigen juga lebih tinggi. Dalam aktivitas aerobik persediaan lemak otot harus ditingkatkan. Untuk meningkatkan lemak dalam otot diperlukan latihan aerobik yaitu dengan beban ringan untuk jangka waktu yang lama.

Latihan aerobik merupakan olahraga dengan menggunakan energi dari sistem glikolisis aerobik, dengan menggunakan sistem energi aerobik latihan fisik dapat dilakukan dalam waktu yang cukup lama, kapasitas kerja aerobik dapat ditingkatkan melalui berbagai bentuk latihan dengan beban yang ringan dan waktu yang lama, latihan aerobik yaitu yang menggunakan seluruh otot terutama otot-otot besar (Soekarno. 1996). Kemudian menggunakan otot-otot kecil sehingga pada saat latihan massa daya tahan otot masih dapat dipertahankan untuk melakukan kontraksi.

Pembesaran otot, atau disebut juga hipertrofi otot dapat terjadi sebagai akibat dari latihan kekuatan otot. Pada otot yang hipertrofi terjadi peningkatan jumlah miofibril, filamen aktin dan miosin, sarkoplasma, serta jaringan penunjang lainnya (Wilmore & Costill, 1994). Untuk kontraksi otot diperlukan energi, Energi ini terutama berasal dari lemak yang digunakan sebagai sumber cadangan untuk melakukan aktivitas olahraga aerobik.

Olahraga aerobik (dengan oksigen) melibatkan kelompok-kelompok otot besar dan dilakukan dengan intensitas yang cukup rendah serta dalam waktu yang cukup lama, sehingga sumber-sumber bahan bakar dapat diubah menjadi ATP dengan menggunakan siklus asam sitrat sebagai jalur metabolisme dominan. Olahraga aerobik dapat dipertahankan dari lima belas sampai dua puluh menit hingga beberapa jam dalam sekali latihan (Sherwood. 2010).

Latihan yang meningkatkan persediaan ATP-PC dalam otot, peningkatan kadar glikogen maupun peningkatan nilai ambang anaerobik dengan cara pembentukan asam laktat yang lebih sedikit pada beban yang sama maupun ketahanan terhadap keasaman yang disebabkan asam laktat. (Soekarman, 1987).

Aerobik adalah latihan fisik yang secara intensif mempercepat denyut jantung dan dilakukan untuk jangka waktu yang panjang, setidaknya selama 20 menit. Jenis aktivitas olahraga aerobik seperti jogging, berenang, menari, jalan cepat, dan bersepeda, dan sebagainya, (Wiarso, 2013).

Aerobik adalah salah satu olahraga yang berhubungan dengan sistem kerja aliran oksigen dalam tubuh yang melakukannya. Selain itu, senam aerobik adalah serangkaian gerak dengan sengaja dilakukan yang mengikuti irama musik yang dipilih, dengan kata lain aerobik adalah serangkaian gabungan antara gerak dan musik sehingga terbentuk keselarasan dan keserasian demi terbentuknya tubuh yang sehat dan bugar. Latihan aerobik pun bermanfaat juga terhadap kemampuan otak, jantung serta mental.

Manfaat latihan aerobik terhadap kesehatan, (Wiarso,2013) :

1. Mengurangi resiko stroke
2. Mengurangi stres
3. Mengurangi resiko jantung
4. Menyehatkan otak
5. Memperkuat sistem kardiovaskular
6. Membakar gula dan lemak yang tersimpan dalam tubuh untuk

membantu menurunkan berat badan

5. Latihan Aerobik Meningkatkan Kesegaran Jasmani

Kesegaran jasmani didefinisikan sebagai suatu keadaan yang dimiliki atau dicapai seseorang dalam kaitannya dengan kemampuan untuk melakukan aktivitas fisik. Seseorang yang secara fisik bugar dapat melakukan aktivitas fisik sehari-harinya dengan giat, memiliki resiko rendah dalam masalah kesehatan dan dapat menikmati olahraga serta berbagai aktivitas lainnya, (Deforche et al, 2003).

Kesegaran jasmani mempunyai beberapa komponen yang secara garis besar dibagi menjadi 2 yakni kesegaran jasmani yang berhubungan dengan kesehatan (meliputi: kesegaran/daya tahan kardiorespirasi, komposisi tubuh, dan kesegaran muskuloskeletal termasuk kekuatan, daya tahan dan kelenturan otot) dan kesegaran jasmani yang berhubungan dengan keterampilan (meliputi : ketangkasan, keseimbangan, koordinasi, kekuatan, dan kecepatan). Daya tahan (*endurance*) akan relatif lebih baik untuk mereka yang memiliki kebugaran jasmani yang baik, yang selanjutnya menyebabkannya tubuh mampu melakukan aktivitas terus menerus dalam jangka waktu yang cukup lama. Daya tahan terdiri dari 2 jenis yaitu daya tahan umum dan daya tahan lokal atau daya tahan otot. Daya tahan umum juga sering disebut sebagai daya tahan kardiorespirasi, (Battinelli, 2000., Nieman, 2001., Amilosa, 2003).

Berbagai tes kesegaran jasmani untuk menetapkan tingkat kesegaran jasmani seseorang telah banyak dilaporkan oleh para peneliti. *Multistage Fitness Test/“20m shuttle run test”* adalah salah satu tes yang sering dilakukan untuk mengukur tingkat kesegaran jasmani. Tes ini bermanfaat terhadap aspek kebugaran, yaitu efisiensi fungsi jantung dan paru-paru. Kemudian hasil tes akan dikonversikan dalam VO_2 maks dengan menggunakan kalkulator VO_2 maks, yang merupakan perkiraan konsumsi oksigen maksimum yang dapat dicapai oleh peserta tes. VO_2 maks diukur dengan satuan ml/kgBB/menit, (Bonaretti, 2005).

Latihan adalah suatu proses yang sistematis secara berulang-ulang, secara tetap dengan selalu memberikan peningkatan beban. Proses latihan untuk meningkatkan kebugaran jasmani sangat perlu direncanakan secara sistematis. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kebugaran jasmani dan kemampuan ergosistem tubuh, (Wiarso, 2013).

Kebugaran jasmani adalah kemampuan tubuh untuk melakukan suatu pekerjaan fisik yang dikerjakan sehari-hari tanpa menimbulkan kelelahan yang sangat berlebihan serta masih mempunyai sisa atau cadangan tenaga untuk menikmati waktu senggangnya dan untuk keperluan mendadak. Dengan kata lain kebugaran jasmani dapat pula didefinisikan sebagai kemampuan untuk menunaikan tugas dengan baik walaupun dalam keadaan sukar, dimana orang yang kebugaran jasmaninya kurang, tidak akan dapat melakukannya, (Wiarso, 2013).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebugaran jasmani, (Wiarso, 2013) :

a. Umur

Kebugaran jasmani anak-anak meningkat sampai mencapai maksimal pada usia 25 – 30 tahun, kemudian akan terjadi penurunan kapasitas fungsional dari seluruh tubuh, kira-kira sebesar 0,81% pertahun, tetapi bila rajin berolahraga penurunan ini dapat dikurangi sampai separuhnya.

b. Jenis kelamin

Sampai pubertas biasanya kebugaran jasmani anak laki-laki hampir sama dengan anak perempuan, tapi setelah pubertas anak laki-laki biasanya mempunyai nilai yang jauh lebih besar.

- c. Genetik
Berpengaruh terhadap kapasitas jantung paru, postur tubuh, obesitas, hemoglobin/sel darah dan serat otot.
- d. Makanan
Daya tahan yang tinggi bila mengkonsumsi tinggi karbohidrat (60 – 70).

Diet tinggi protein terutama untuk memperbesar otot dan untuk olahraga yang memerlukan kekuatan otot yang besar.
- e. Rokok
Kadar CO yang terhisap akan mengurangi nilai VO₂ maks, yang berpengaruh terhadap daya tahan, selain itu menurut penelitian perkins dan sexton, nicotine yang ada, dapat memperbesar pengeluaran energi dan mengurangi nafsu makan.

Untuk meningkatkan kesegaran jasmani, kita harus mengetahui komponen-komponen yang terdapat dalam kesegaran jasmani.

Komponen-komponen tersebut adalah, (Wiarso, 2013) :

- a. Kecepatan
Kemampuan untuk menempuh jarak tertentu dalam waktu yang sesingkat-singkatnya.
- b. Kelincahan
Kemampuan seseorang untuk dapat mengubah arah dengan cepat dan tepat pada waktu bergerak tanpa kehilangan keseimbangan.

Kelincahan ini berkaitan erat dengan kelentukan. Apabila kelentukan baik maka ia dapat bergerak dengan lincah.
- c. Koordinasi
Kemampuan untuk secara bersamaan melakukan berbagai gerakan secara mulus dan akurat.
- d. Daya tahan

Kemampuan seseorang untuk melakukan kerja dalam waktu yang relatif lama.

- e. Keseimbangan
Pemeliharaan keseimbangan pada saat statis atau bergerak.
- f. Kelentukan
Kelentukan sama dengan kemudahan dalam bergerak terutama yang terjadi pada otot dan sendi.
- g. Kekuatan
Kemampuan otot untuk melakukan kontraksi yang berguna membangkitkan ketegangan terhadap suatu tahanan.
- h. Daya ledak
Power (daya ledak) adalah hasil dari kekuatan dan kecepatan. Apabila seseorang dapat mengangkat beban 70 kg dengan cepat, maka orang tersebut dikatakan memiliki daya ledak.
- i. Waktu reaksi
Lamanya waktu antara perangsangan dan respon dalam melakukan kegiatan atau aktivitas.
- j. Komposisi tubuh
Komposisi tubuh berkaitan dengan jumlahnya lemak tubuh pada tubuh seseorang.

6. Latihan Aerobik menurunkan resiko obesitas

Obesitas didefinisikan pula sebagai timbunan lemak berlebihan karena masukan energi jauh lebih besar daripada keluaran energi. Hal ini dapat diatasi dengan mengurangi masukan energi dan menambah pengeluaran energi, (Misnadiarly, 2007)

Latihan Aerobik memperkuat sistem kardiovaskular dan ketika kita melakukan latihan Aerobik, latihan ini akan membakar gula dan lemak yang tersimpan dalam tubuh untuk membantu menurunkan berat badan, (Wiaro,2013)

Aktivitas fisik diketahui berperan penting untuk mencegah obesitas dan memegang peranan terhadap distribusi lemak tubuh. Aktivitas fisik yang memadai dapat menurunkan persentasi lemak tubuh yang selanjutnya dapat mengurangi risiko menderita obesitas dan penyakit kardiovaskuler, (Anam,2010).

Tujuan utama dari kontrol olahraga adalah mencegah penurunan metabolisme basal, meningkatkan kebutuhan energi dan mempertahankan massa otot. Yang harus diperhatikan adalah pemilihan jenis olahraga yang dapat memakai asam lemak sebagai sumber energi yaitu olahraga dengan intensitas rendah tetapi dilakukan dengan waktu yang lama yang sering disebut sistem aerobik, (Soegih & Wiramihardja,2009).

Latihan Fisik Aerobik selama 1 jam memberikan efek pembongkaran lemak yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar asam lemak bebas dan gliserol dalam darah yang tinggi (Glisezinski, 2003). Peningkatan penggunaan asam lemak endogen sebagai sumber energi selama latihan fisik akan menguntungkan untuk menurunkan deposit lemak di jaringan lemak. Sehingga latihan aerobik sangat efektif untuk menurunkan Berat badan.

Efisiensi kapasitas aerobik dapat diukur dengan mengukur nadi memakai formula zona exercise diharapkan tercapai antara 70-80% (220 – usia). Untuk memperoleh penurunan berat badan optimal maka dibutuhkan olahraga dengan frekuensi 5-6x /minggu dengan durasi 20 –

60 menit. Olahraga dengan intensitas rendah seperti berjalan kaki selama 30 – 60 menit secara rutin dapat meningkatkan energi ekspenditur, (Soegih & Wiramihardja,2009)..

Untuk mencapai ketahanan fisik optimal perlu olahraga yang terus menerus sehingga untuk melakukan olahraga harus di pilih olahraga yang sesuai dengan kondisi, di usahakan olahraga yang disukai, dan latihan bervariasi. Anjuran American College of Sport Medicine(ACSM), dengan frekuensi 3 – 5 x/minggu, intensitasn 220 – usia, durasi 20 – 60 menit, Olahraga aerobik, jenis aktivitas yang melibatkan otot besar dengan gerakan yang ritmis seperti jogging, bersepeda, menari, skipping, mendayung, naik tangga, senam, berenang, dan lain-lain. Selain itu lebih baik untuk ditambahkan latihan beban 2x/minggu dengan aktivitas minimal 1 set yang dilakukan 8 – 12 repetisi meliputi 8 – 10 latihan untuk otot besar. Untuk mendapatkan kemampuan adaptasi tubuh yang optimal diperlukan intensitas tahapan aktivitas mulai dari pemanasan selama 10 menit, latihan inti 20 – 60 menit dan pendinginan selama 10 menit,(Soegih & Wiramihardja,2009)..

Untuk menjaga kontinuitas, olahraga juga sebaiknya disesuaikan dengan lingkungan individu itu sendiri seperti untuk karyawan banyak olahraga yang dapat dilakukan di sekitar kantor seperti jalan kaki atau olahraga yang ada unsur refresingnya seperti jogging, bersepeda, berenang, senam, bola basket atau bola volley. Sedangkan olahraga yang cocok untuk keluarga harus dapat dinikmati bersama-sama, cukup

sederhana, banyak unsur rekreasi dan aman, seperti bersepeda, berenang, atau cross-country,(Soegih & Wiramihardja,2009).

Beberapa contoh aktivitas Aerobik sederhana sederajat sedang yang dapat memakai energi 150 kkal/minggum bila dilakukan rutin adalah, (Soegih & Wiramihardja,2009) :

Tabel 2. Jenis-Jenis Latihan Aerobik dan Lamanya Aktivitas

| No | Jenis Aktivitas Aerobik | Lamanya Aktivitas |
|----|--|-------------------|
| 1 | Mencuci mobil | 45 – 60 menit |
| 2 | Membersihkan jendela dan mengepel lantai | 45 – 60 menit |
| 3 | Berbagai olahraga permainan | 45 menit |
| 4 | Berkebun | 30 – 45 menit |
| 5 | Berjalan sejauh 2 km | 40 menit |
| 6 | Bersepeda sejauh 5 km | 30 menit |
| 7 | Dansa | 30 menit |
| 8 | Aquarobik | 30 menit |
| 9 | Berenang | 20 menit |
| 10 | Lari sejauh 1,5 km | 15 menit |
| 11 | Naik turun tangga | 15 menit |

7. Latihan Aerobik Mempengaruhi Apolipoprotein-B (APO-B)

Obesitas, dan khususnya obesitas viseral, terkait dengan resistensi insulin dan dengan konstelasi kelainan metabolik yang meliputi kehadiran dislipidemia aterogenik ditandai dengan peningkatan Apolipoprotein-B dan trigliserida, penurunan Apolipoprotein-A1 dan high-density lipoprotein (HDL) kadar kolesterol dan dominan peningkatan kecil, padat low-density lipoprotein (LDL) dan partikel HDL, (Despres, 2006., Sam *et all*,2008).

Penelitian telah membuktikan efek positif dari aktivitas fisik khususnya tingkat latihan olahraga terhadap faktor risiko penyakit kardiovaskuler pada orang dewasa, tetapi data pada anak masih terbatas

dan samar. Sebuah penelitian mendapatkan hasil bahwa intervensi olahraga selama 12 minggu (sepeda statis 30 menit, 3 kali seminggu), terbukti secara signifikan memperbaiki kadar LDL, HDL, kolesterol total dan rasio LDL/HDL. Penelitian lain dilakukan terhadap 88 anak pada pelajaran olahraga selama satu semester, menghasilkan data efek positif terhadap tekanan darah, (Tolfrey, 1998).

Penelitian di Amerika Serikat terhadap 80 remaja obes usia 13-16 tahun yang dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu kelompok I mendapatkan pendidikan tentang pola hidup, kelompok II mendapatkan perlakuan pendidikan pola hidup ditambah dengan latihan fisik sedang, dan kelompok III mendapatkan perlakuan pendidikan pola hidup dengan latihan fisik intensitas tinggi. Intervensi dilakukan selama 8 bulan dan dilakukan 5 kali per minggu dengan target *energy expenditure* 1047 kJ (250 kkal)/ sesi latihan. Penelitian ini tidak disertai dengan intervensi diet, (Anam, 2010).

Hasil penelitian ini terjadi perbaikan kesegaran kardiovaskuler pada remaja obesitas pada anak dengan intervensi latihan fisik, terutama latihan fisik dengan intensitas tinggi. Latihan fisik juga mengurangi lemak tubuh total dan lemak tubuh visceral, namun efek dari intensitas latihan belum dapat dipastikan dengan jelas, (Gutin, 2002).

Penelitian dari Jansen *et al*, 2002 di Kanada, berhasil menunjukkan penurunan kadar Apolipoprotein-B pada wanita obes Premenopause, dengan intervensi aerobik selama 16 minggu, dengan frekuensi 5 hari per

minggu. Hal ini pun serupa dengan penelitian yang dilakukann oleh Davide *et all* tahun 2000 di Filandia, yang juga menunjukkan penurunan kadar Apolipoprotein-B setelah intervensi aerobik dengan durasi 30-60 menit dan frekuensi latihan 3-5 kali perminggu selama 12-16 minggu pada Pria dengan Tipe DM 1.

Dalam laporan yang berjudul “kelompok obesitas dengan faktor resiko kardiometabolik dan kelo mpok berat badan ideal dengan faktor resiko kardiometabolik” seperti yang diterbitkan oleh Arsip Ilmu Penyakit Dalam, laporan kesehatan dari Universitas Michigan menemukan bahwa ukuran tubuh anda tidak dapat dijadikan barometer untuk kesehatan anda, (Anonim,2012).

Lebih dari 50% dari 5440 subjek penelitian terhadap orang-orang yang gemuk dan obesitas diketahui sehat secara metabolik, sementara 23,5%% partisipan dengan berat badan normal mengalami proses metabolisme yang abnormal. Ini berarti bahwa orang-orang dengan ukuran badan yang besar sebenarnya memiliki kadar gula darah, tekanan darah, kolesterol, trigliserida yang baik, dimana semuanya ini bagus untuk kesehatan jantung. Disisi lainnya, orang-orang yang biasanya dikategorikan sebagai kelompok “sehat” sebenarnya memiliki paling tidak dua faktor resiko penyakit jantung yang biasanya berhubungan dengan orang-orang yang obesitas,(Anonim,2012).

Penemuan ini juga diperkuat oleh penelitian terpisah lainnya yang dipublikasikan dalam makalah yang berjudul “Faktor Resiko Penyakit

Kardiovaskular Pada Orang Yang Mempunyai Kebiasaan Berolahraga, Pria Yang Ramping Dan Pria Yang Buncit” oleh Jurnal Internasional untuk obesitas. Berdasarkan hasil penemuan mereka, para peneliti dari Universitas Brunel di London, United Kingdom mendapati bahwa orang yang selalu berolahraga memiliki kesehatan kardiovaskular yang lebih baik terlepas dari ukuran tubuh mereka,(Anonim,2012).

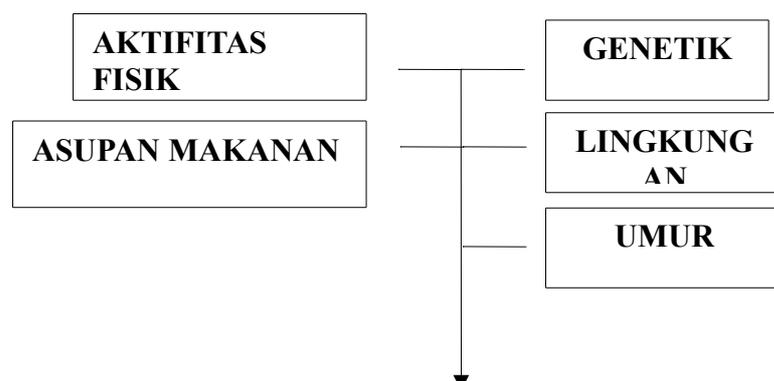
Dari penelitian terhadap 113 pria yang tidak merokok yang berusia 30 dan 45 tahun, pria yang ramping memiliki kadar total kolesterol, LDL (Kolesterol yang tidak baik) dan konsentrasi Apo-B yang lebih tinggi dibandingkan orang yang ramping karena sering berolahraga. Disatu sisi, orang yang ramping tanpa berolahraga memiliki kadar total kolesterol, LDL, dan konsentrasi Apo-B yang sebanding dengan orang obesitas yang tidak berolahraga. Mereka menunjukkan bahwa manfaat kesehatan yang diperoleh dari olahraga secara teratur jauh lebih penting daripada masalah berat badan dan ukuran pinggang,(Anonim,2012).

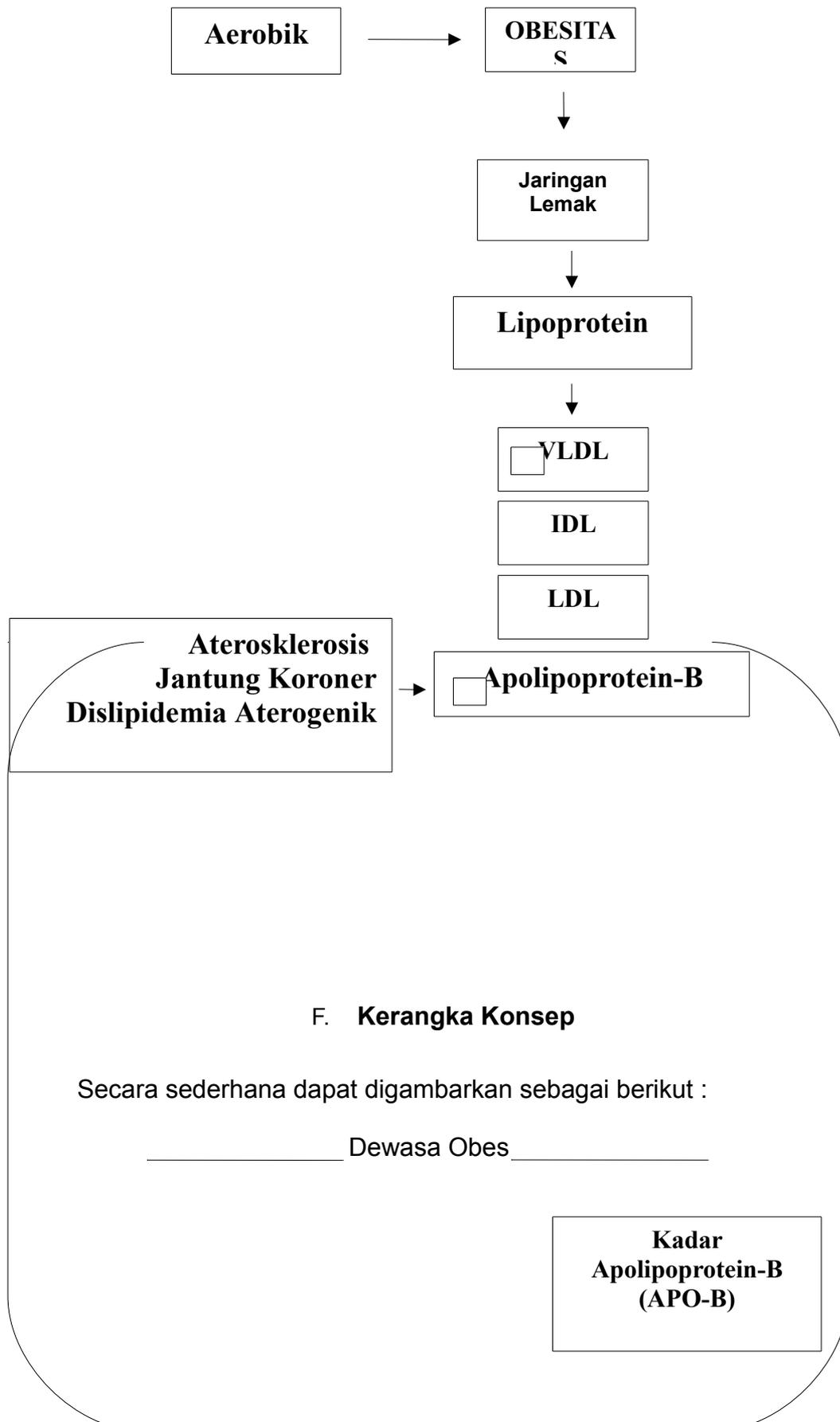
Penurunan Apolipoprotein-B juga di dukung oleh penurunan asupan lemak, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Tremblay *et al* di Canada pada tahun 1991, pada penelitiannya menunjukkan pengurangan kadar Apolipoprotein-B yang signifikan dengan melakukan mengevaluasi pengaruh aditif dari latihan dan diet rendah lemak pada berat badan, komposisi tubuh, dan profil metabolik dalam empat wanita obesitas yang sebelumnya berolahraga-dilatih selama 15 bulan. Oleh karena itu studi ini termasuk olahraga aerobik yang

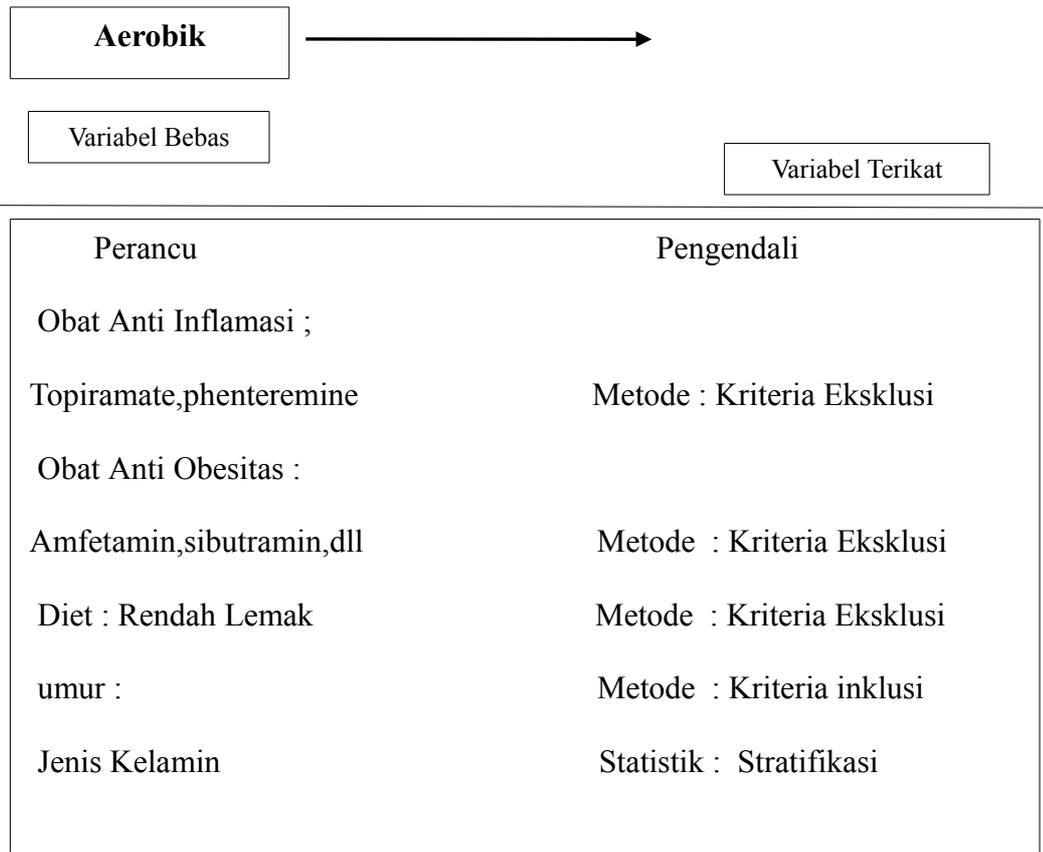
teratur selama 15 bulan dan diet rendah lemak ditambah latihan untuk jangka waktu tambahan dari 14 bulan. Hasil ini dengan demikian menunjukkan bahwa aerobik latihan-pelatihan dan diet rendah lemak dapat menormalkan profil metabolik dari wanita gemuk, bahkan jika adipositas mereka tetap lebih tinggi dari bahwa dari wanita kurus.

Penelitian yang menghubungkan efek latihan fisik / olahraga terhadap kadar Apolipoprotein-B pada dewasa muda obes masih jarang, tetapi dari data diatas terbukti secara signifikan olahraga aerobic dapat memperbaiki kadar kolesterol, LDL, HDL , dan Apolipoprotein-B.

E. Kerangka Teori







H. Hipotesis

1. Latihan aerobik memiliki pengaruh terhadap kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes.
2. Latihan dapat meningkatkan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes.

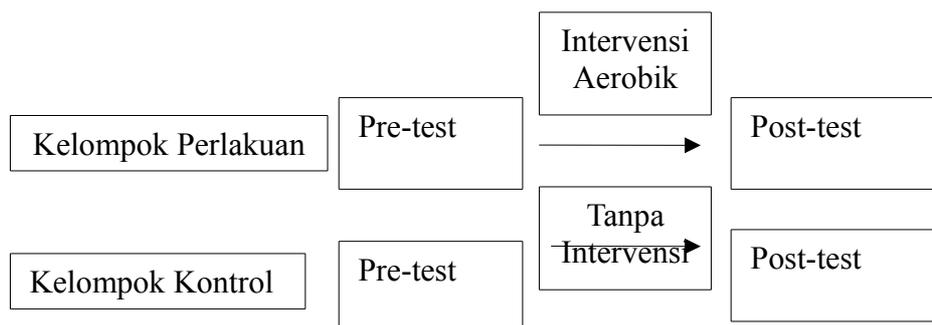
BAB III

METODE PENELITIAN

A. Desain penelitian

Desain penelitian adalah Quasi eksperimental *two group pre and post test control group design*. penelitian ini untuk membedakan kadar

Apolipoprotein-B (Apo-B) sebelum dan sesudah mendapat perlakuan Aerobik selama 4 minggu dengan intensitas ringan dengan durasi 90 menit frekwensi 3 kali seminggu pada kelompok obesitas sedangkan kelompok kontrol (kelompok yang tidak mendapat perlakuan).



B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini akan dilakukan di Jurusan Fisioterapi Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - April 2013 selama 4 minggu setelah mendapatkan Etical Clearance.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

- Populasi adalah seluruh Dewasa Obes.
- Sampel adalah mahasiswa obesitas Jurusan Fisioterapi Universitas Hasanuddin dan mahasiswa obesitas Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia Timur yang obesitas.
- Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *purposive sampling*.

D. Kelompok variabel

Kelompok variabel

Variabel independend : Latihan Aerobik

Variabel dependen : Kadar Apolipoprotein-B (Apo-B)
 Variabel Perancu : Asupan makanan, Kegiatan fisik harian, Jenis kelamin, Sensivitas insulin, Obat-obatan.

E. Teknik Sampel

Perkiraan besar sampel dihitung berdasarkan rumus besar sampel untuk penelitian analitis kategorik-numerik dua kelompok tidak berpasangan, yaitu :

$$\frac{[(z_{\alpha} + z_{\beta})S]^2}{x_1 - x_2} \quad n_1 = n_2 = \left[\frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})S}{x_1 - x_2} \right]^2$$

n = jumlah subyek minimal

z_{α} = deviat baku normal, $\alpha = 0,05$ $z_{\alpha} = 1,645$

z_{β} = power, $\beta = 0,1$ $z_{\beta} = 1,282$

S = simpangan baku kedua kelompok

$x_1 - x_2$ = Selisih minimal yang dianggap bermakna sebesar standar deviasi

df = 5% sehingga $Z_{\alpha} = 1,645$ dan $Z_{\beta} = 1,282$

Jadi, $n_1 = n_2 = (1,645 + 1,282)^2$

$= (2,927)^2$

$= 8,56 \sim 9$

Besar sampel minimal masing-masing kelompok adalah 9 (kelompok perlakuan sebanyak 9 sampel dan kelompok kontrol sebanyak 9 sampel) sehingga total sampel sebanyak 18

Koreksi besar sampel untuk antisipasi Drop Out, maka subjek ditambah dengan menggunakan rumus :

$$n' = n/(1-f)$$

n' = koreksi sampel

f = Perkiraan proporsi Drop Out =10%

sehingga diperoleh

$$n' = 18/(1-10\%)$$

$$= 18/90\%$$

$$= 20$$

Jumlah sampel pada penelitian ini 21 sampel terdiri dari 12 kelompok perlakuan dan 9 kelompok kontrol.

F. Definisi Operasional Variabel

- **Obesitas** : subjek yang memiliki IMT > 25 menurut Kriteria WHO berdasarkan Etnis Asia dan Non Asia
- **IMT** : IMT subjek yaitu berat badan dalam kilogram dibagi dengan tinggi badan kuadrat dalam meter² berdasarkan standar WHO untuk Asia dengan kategori sebagai berikut :

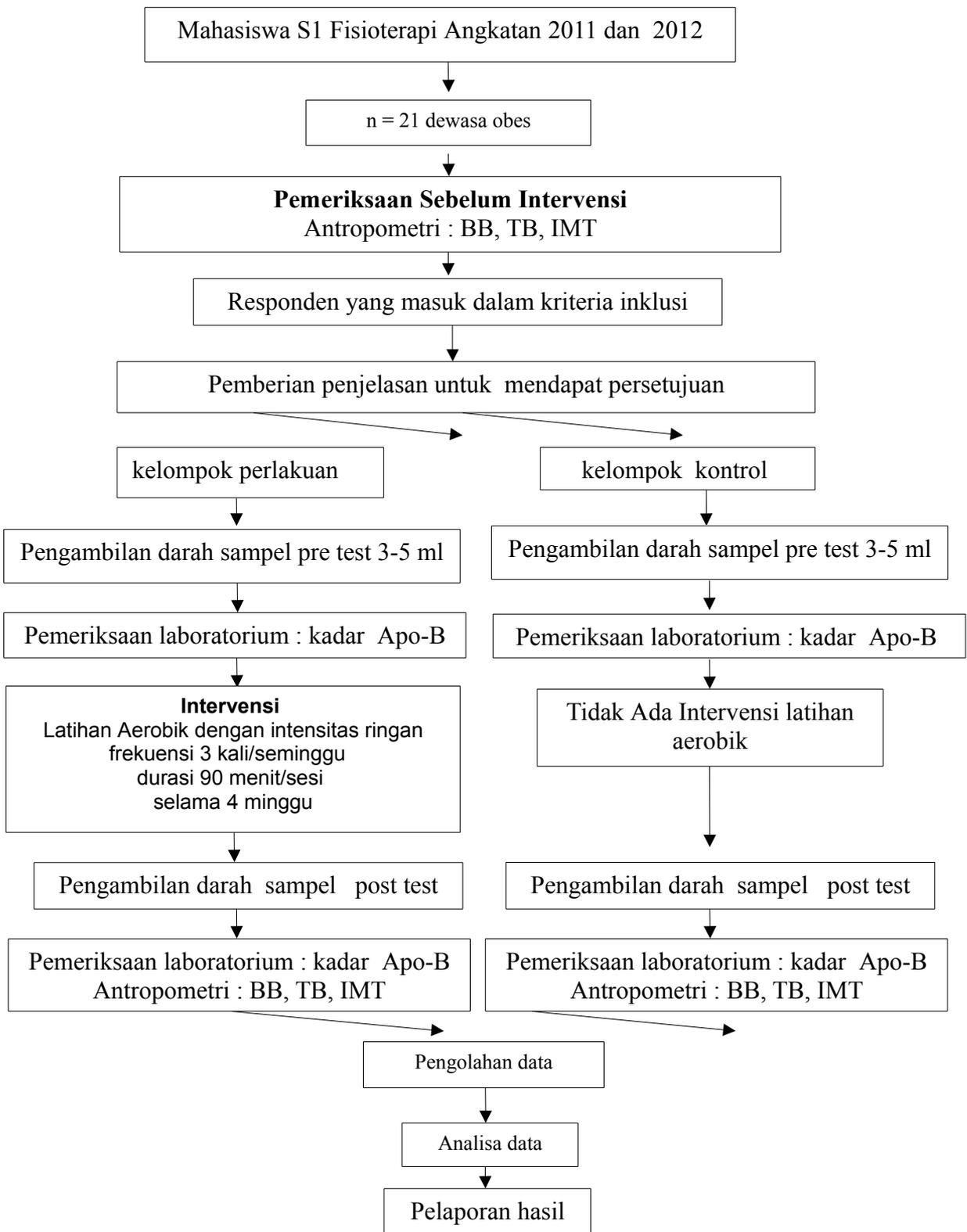
| | |
|-------------|-----------|
| BB kurang | < 18,5 |
| BB Normal | 18,5-22,9 |
| BB berlebih | 23,0-24,9 |
| Obese | 25,0-34,9 |

Obese Morbid >35,0

- Berat Badan : Berat badan subjek yang diukur dengan timbangan Camry yang telah dikalibrasi dengan tingkat ketelitian 100 gram.
- Tinggi badan : Tinggi badan subjek yang diukur dengan *microtoise* dimana kepala pada posisi tegak sempurna, muka menghadap lurus ke depan tanpa memakai alas kaki yang diukur yang sudah dikalibrasi, dengan tingkat ketelitian 0,1 cm.
- Apolipoprotein-B (Apo-B) : Diukur dengan metode integra. Diperiksa di Laboratorium Prodia Makassar.
Besaran nilai normal untuk Apo-B sebagai berikut :

| | |
|--------|----------------|
| Tinggi | >101 mg/dl |
| Normal | 66 - 101 mg/dl |
| Rendah | < 66 |
- Latihan Aerobik : adalah suatu program aktivitas fisik yang terencana, terstruktur, berulang, dengan intensitas sedang dan memiliki tujuan dalam rangka memperbaiki kadar Apo-B. Lama program olahraga ini adalah 4 minggu. Program olahraga dilakukan 3 kali seminggu dengan durasi 90 menit/sesi.

G. Alur Penelitian



G. Kriteria Inklusi dan Eksklusi serta Drop Out

Kriteria inklusi :

1. Terdaftar sebagai mahasiswa Fisioterapi Universitas Hasanuddin dan FKM Universitas Indonesia Timur, Makassar
2. Bersedia jadi responden
3. Tidak dalam proses pengobatan
4. Umur 17-24 tahun

Kriteria eksklusi :

1. Menderita cacat otot dan tulang
2. Menderita penyakit jantung
3. Menderita asma yang dipicu oleh aktivitas fisik
4. Menderita sakit berat yang membutuhkan perawatan rumah sakit
5. Menderita atau mengkonsumsi obat-obatan yang mempengaruhi komposisi tubuh; seperti pada sindroma *cushing*, hipotiroid

Kriteria Drop Out: Tidak mengikuti latihan selama 3 kali

H. Instrumen Pengumpulan Data

1. Penetapan Subjek

- a. Peneliti menetapkan populasi mahasiswa dewasa perempuan berusia 17-24 tahun (Hurlock.1980), di Fakultas Fisioterapi Universitas Hasanuddin Makassar dan FKM Universitas Indonesia Timur yang telah memenuhi kriteria inklusi.
- b. Menetapkan sampel penelitian secara *purposive sampling*.

- c. Sampel yang terpilih, akan dilakukan pengukuran antropometri, melakukan program latihan, dan pengukuran kadar apolipoprotein-B pada pihak laboratorium prodia.

2. Berat Badan

Alat yang dipakai adalah timbangan CEBA digital yang telah dikalibrasi, dapat menimbang subjek penelitian dengan kapasitas maksimum 150 kilogram dengan tingkat ketelitian 100 gram. Penimbangan dilakukan dengan melepas sepatu namun masih menggunakan pakaian. Pembacaan berat badan dalam kilogram. Pengukuran berat badan dilakukan oleh petugas khusus yang sebelumnya telah di latih dan di beri pengarahan.

3. Tinggi Badan

Alat yang dipakai adalah mikrotoise yang telah dikalibrasi. Dapat mengukur tinggi badan subjek dengan kapasitas maksimum 200 cm dan tingkat ketelitian 0,1 cm. Pengukuran dilakukan dengan posisi tegak, muka menghadap lurus ke depan tanpa menggunakan alas kaki (*Franfurt plane horizontal*). Pengukuran tinggi badan dilakukan oleh petugas khusus yang sebelumnya telah di latih.

4. Pengukuran Apolipoprotein-B (Apo-B)

- a. Pengambilan sampel darah subyek sebanyak 3-5 ml dilakukan oleh Petugas Laboratorium Prodia Makassar. Area pengambilan sampel darah/insersi di fossa cubiti. Penilaian efek samping berdasarkan keluhan dengan gejala klinis yang ada seperti nyeri dan terjadinya perdarahan masif pada area insersi.
- b. Penanganan awal sampel meliputi: Dilakukan homogenisasi sampel (tabung yang bersisi heparin), segera tutup tabung dengan rapat agar tidak tumpah, lalu dikirim ke laboratorium segera setelah prosedur pengambilan sampel darah dilakukan.
- c. Pengukuran Apo-B dilakukan oleh laboratorium PRODIA Batu Putih Makassar. Pengambilan sampel darah dilakukan oleh petugas khusus dari laboratorium PRODIA Makassar.
- d. Pemeriksaan kadar Apo-B serum dilakukan dengan cara metode *immunospectrometry* yaitu kadar normal metode *immunospectrometry* adalah 66-101 mg/dl untuk wanita.
- e. Sampel darah : digunakan sampel serum, dan plasma heparin.

5. **Intervensi Aerobik**

Dilakukan selama 4 minggu dengan frekuensi dan durasi 3 kali 90 menit perminggu dengan Latihan aerobik intensitas ringan (Circuit Training seperti : push up,skipping,jalan,sepeda statis,treadmill,sitt up. Seluruh subyek menggunakan pakaian olahraga saat intervensi berlangsung.

Program Latihan

a. *Warming Up* 15 menit

Stretching, peregangan sendi dan penguluran otot *head to toe* (2x8 hitungan) yaitu leher, lengan dada, punggung, perut, pinggang dan tungkai.

b. *Conditioning* 60 menit

1. Jalan- jalan ditempat selama 10 menit
2. Half squat jum 10 menit
3. Sit Up 10 menit
4. Naiki turun tangga 10 menit
5. Push up 10 menit
6. Back up 10 menit

c. *Cooling down* 15 menit

Stretching, peregangan sendi dan penguluran otot *head to toe* (2x8 hitungan) yaitu leher, lengan dada, punggung, perut, pinggang dan tungkai

6. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan program SPSS for Windows 16.0. Pada data yang terkumpul dilakukan pembersihan data, kode dan tabulasi.

Perubahan yang terjadi dalam respon terhadap Intervensi (Pretest X posttest) dalam Kelompok dianalisis dengan menggunakan Uji t berpasangan. Untuk mengetahui normalitas sebaran data digunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Jika data berdistribusi normal maka di gunakan uji T test berpasangan/Paired t test, tetapi jika data tidak berdistribusi normal digunakan uji wilcoxon. Perbedaan dianggap bermakna jika $p < 0,05$. Data disajikan dalam (mean \pm Standar Deviasi).

Pada analisis deskriptif data yang berskala nominal atau ordinal seperti jenis kelamin dan umur dinyatakan dalam distribusi frekuensi dan persen. Sedangkan data yang berskala rasio seperti umur, tinggi badan, berat badan, IMT, Apo-B disajikan sebagai rerata dan simpang baku.

I. Etika Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, peneliti harus mendapat rekomendasi dari institusi dalam hal ini unhas, kemudian rekomendasi tersebut di ajukan pada instansi atau lembaga sebagai tempat penelitian dan peneliti juga mengajukan proposal penelitian yang sudah diseminarkan kepada *tim Etical Clirens* untuk mendapatkan persetujuan. Setelah mendapat persetujuan dari instansi tempat penelitian dan tim etical clirens kemudian peneliti melakukan penelitian. Sebelum penelitian dimulai peneliti harus memperhatikan masalah etika penelitian yaitu :

1. Persetujuan penelitian
2. Tanpa nama
3. Kerahasiaan data
4. Telah mendapat persetujuan dari *tim etical clirens*.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Fisioterapi Universitas Hasanuddin Makassar Sulawesi Selatan pada bulan Maret – April 2013 dengan jumlah sampel sebanyak 20 orang. Sampel ini terdiri dari 11 orang dimasukkan ke dalam kelompok perlakuan yang mengikuti latihan aerobik *circuit training* dan 9 orang dimasukkan ke dalam kelompok kontrol yang tidak mengikuti latihan aerobik *circuit training*. Latihan aerobik *circuit training* diberikan selama 4 minggu sebanyak 12 kali dan dilakukan pada sore hari selama 3 kali seminggu dengan durasi 90 menit per sesi.

Penelitian ini dilakukan dengan cara kelompok I dan II dilakukan pengukuran antropometri Tinggi Badan (TB) dan berat badan (BB), dengan menggunakan *microtoice dan Healt Scale*. Untuk mengetahui indeks massa tubuh (IMT) yang normal. Selanjutnya responden diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Responden yang memenuhi kriteria inklusi diberikan *informed consent* yang telah disetujui oleh Komisi Etik Penelitian Kedokteran dan Kesehatan. Selanjutnya responden diberikan kuesioner tentang, aktivitas fisik dan kegiatan sehari-hari dan kebiasaan *fitness* dan olahraga yang dilakukan, mengontrol kebiasaan makan dan pola makan, dengan tujuan agar tidak merancu pada penelitian yang kami konsepkan.

Pengolahan data dilakukan dengan program *software statistic computerize* dengan menggunakan uji paired t Test karena distribusi data normal setelah dilakukan uji normalitas data, dan uji *wilcoxon* jika data tidak berdistribusi normal untuk melihat pengaruh latihan terhadap kadar

Apo-B pada dewasa obes sebelum dan setelah latihan aerobik dalam bentuk *circuit training*.

Bab ini Menggambarkan Hasil analisis dari penelitian untuk mengetahui pengaruh Intervensi terhadap Berat Badan, IMT, dan Kadar Apo-B pada 20 Dewasa Obesitas dengan tehnik pra-eksperimental *two group pre and post test control group design*.

1. Deskriptif Variable Penelitian

Analisis deskripsi variabel penelitian merupakan hasil analisis mengenai jumlah sampel, umur, Berat Badan, IMT, Tinggi Badan, sebelum dan setelah intervensi Aerobik pada Dewasa Obesitas dapat di deskripsikan setiap variabel penelitian berdasarkan tabel berikut.

Tabel 3. Distribusi subjek penelitian menurut Kelompok

| Kelompok | N | % |
|-----------|----|----|
| Perlakuan | 11 | 55 |
| Kontrol | 9 | 45 |

Tabel 3 menunjukkan bahwa dari jumlah dari keseluruhan sampel perempuan yaitu 20, sekitar 11 orang (55%) yang mengikuti intervensi perlakuan dan 9 orang (45%) yang tidak mengikuti perlakuan (control).

Tabel 4. Deskripsi Variabel penelitian

| Variabel | N | Minimum | Maximum | Mean | Std. Deviation |
|-------------|----|---------|---------|-------|----------------|
| Umur | 20 | 17 | 23 | 19.70 | 1.49 |
| Berat Badan | | | | | |
| Perlakuan | | | | | |
| PreTest | 11 | 60.00 | 89.00 | 68.59 | 9.54 |

| | | | | | |
|--------------|----|--------|--------|-------|------|
| PostTest | 11 | 59.50 | 88.00 | 67.77 | 9.23 |
| Kontrol | | | | | |
| PreTest | 9 | 56.00 | 83.00 | 64.22 | 8.16 |
| PostTest | 9 | 54.00 | 79.00 | 63.88 | 7.27 |
| Tinggi Badan | | | | | |
| Perlakuan | 11 | 141.00 | 160.00 | 1.54 | 5.49 |
| Kontrol | 9 | 146.00 | 159.00 | 1.52 | 4.30 |
| IMT | | | | | |
| Perlakuan | | | | | |
| PreTest | 11 | 25.04 | 35.20 | 28.87 | 3.46 |
| PostTest | 11 | 24.84 | 34.81 | 28.52 | 3.31 |
| Kontrol | | | | | |
| PreTest | 9 | 25.10 | 32.83 | 27.53 | 2.38 |
| PostTest | 9 | 23.37 | 31.25 | 27.42 | 2.21 |

Pre = Sebelum Intervensi
Post = Setelah Intervensi

Berdasarkan tabel 4, usia responden termuda adalah 17 tahun sedangkan usia tertua adalah 23 tahun, dengan rerata \pm SD usia responden 19.70 ± 1.49 tahun. Dari tabel 4 juga diperoleh data bahwa.

Untuk variabel Berat Badan (BB) Kelompok Perlakuan sebelum intervensi terkecil 60 kg dan terbesar 89 kg dengan rerata \pm (SD) : 68.59 ± 9.54 , Sedangkan setelah intervensi terkecil 59.50 kg dan terbesar 88 kg dengan rerata \pm (SD) : 67.77 ± 9.23 .

Untuk variabel Berat Badan (BB) Kelompok Kontrol Pada PreTest terkecil 56 kg dan terbesar 83 kg dengan rerata \pm (SD) : 64.22 ± 8.16 , Sedangkan Pada Post test 54 kg dan terbesar 79 kg dengan rerata \pm (SD) : 63.88 ± 7.27 .

Tinggi Badan (TB) pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol sebelum dan setelah intervensi tidak mengalami perubahan ini disebabkan karena penambahan tinggi badan di usia dewasa telah terhenti. Tinggi badan

pada kelompok perlakuan terendah 141 cm dan tertinggi 160 cm dengan rerata \pm (SD) : 1.54 ± 5.49 . Sedangkan pada Kelompok Kontrol Terendah 146 cm dan tertinggi 159 cm dengan rerata \pm (SD) : 1.52 ± 4.30 .

Indeks Massa Tubuh (IMT) Pada kelompok Perlakuan sebelum intervensi terendah 25.04 kg/m^2 dan tertinggi 35.20 kg/m^2 dengan nilai rerata \pm (SD) : $28.87 \pm 3.46 \text{ kg/m}^2$, Sedangkan Indeks Massa Tubuh (IMT) responden setelah intervensi terendah 24.84 kg/m^2 dan tertinggi 34.81 kg/m^2 dengan nilai rerata \pm (SD) : $28.52 \pm 3.31 \text{ kg/m}^2$.

Indeks Massa Tubuh (IMT) Pada kelompok kontrol Pretest terendah 25.10 kg/m^2 dan tertinggi 32.83 kg/m^2 dengan nilai rerata \pm (SD) : $27.53 \pm 2.38 \text{ kg/m}^2$, Sedangkan Indeks Massa Tubuh (IMT) Post test terendah 23.37 kg/m^2 dan tertinggi 31.25 kg/m^2 dengan nilai rerata \pm (SD) : $27.42 \pm 2.21 \text{ kg/m}^2$.

2. Hasil Analisis Penelitian

Tabel 5. Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Kadar Apolipoprotein-B (APO-B) sebelum dan setelah Latihan Pada Kelompok Perlakuan dan Kontrol

| Kelompok | Kadar Apolipoprotein-B | | Total |
|-----------|------------------------|------------|--------------|
| | Menurun | Meningkat | |
| Perlakuan | 3 27.3% | 8 72.7% | 11 100.0% |
| Kontrol | 4 44.4% | 5 55.6% | 9 100.0% |
| Total | 7 35% | 13 65% | 20 100.0% |

| Subyek | Apolipoprotein-B | | | | | |
|-----------|-----------------------|------|---------------------------|------|------------------------|------|
| | Rendah (<66 mg/dl) | | Normal (66-101 mg/dl) | | Tinggi (>101 mg/dl) | |
| | Pre | Post | Pre | Post | Pre | Post |
| Perlakuan | 2 | | 5 | 7 | 4 | 4 |
| n | | | | | | |
| Kontrol | 1 | | 7 | 8 | 1 | 1 |

Dari tabel 5

dapat dilihat bahwa pada kelompok perlakuan 3 Responden mengalami penurunan kadar Apo-B (27.3%) dan 8 responden mengalami peningkatan Apo-B (72.7%). Sedangkan pada kelompok kontrol 4 responden mengalami penurunan kadar Apo-B (44.4%) dan 5 responden mengalami peningkatan kadar Apo-B (55.6%). Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa ada perubahan kadar Apo-B pada dewasa obes setelah latihan aerobik dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Tabel 6. Pengelompokkan Responden Berdasarkan Kadar Apolipoprotein-B

Berdasarkan tabel 6 maka 2 responden dari kelompok perlakuan pada awal intervensi memiliki kadar Apo-B yang rendah tetapi setelah

intervensi, kadar Apo-B menjadi normal, 5 responden pada awal intervensi memiliki kadar Apo-B normal dan setelah intervensi kadar Apo-B tetap normal, serta 4 responden pada awal intervensi memiliki kadar Apo-B yang tinggi tetapi setelah intervensi tetap memiliki kadar Apo-B yang tinggi.

Pada kelompok kontrol, 1 responden pada saat pre Test memiliki kadar Apo-B yang rendah dan saat Post test kadar Apo-B menjadi normal. 7 responden pada Pretest memiliki kadar Apo-B normal dan saat post test kadar Apo-B tetap normal, 1 responden pada pretest memiliki kadar Apo-B yang tinggi dan setelah post test kadar Apo-B tetap tinggi.

Tabel 7. Pengaruh Latihan Aerobik terhadap Kadar Apolipoprotein-B pada kelompok perlakuan sebelum dan setelah intervensi

| Kadar Apolipoprotein-B | | N | Mean (mg/dL) | Min (mg/dL) | Mak (mg/dL) | SD (mg/dL) | ρ |
|------------------------|--------------------|---|--------------|-------------|-------------|------------|--------|
| Perlakuan | Sebelum Intervensi | 1 | 90.27 | 56 | 121 | 22.08 | 0.017 |
| | Setelah Intervensi | 1 | 98.45 | 73 | 125 | 16.54 | |

* Paired Sample T test

Pada tabel 7 Kadar Apo-B responden pada Kelompok perlakuan sebelum intervensi terendah 56 mg/dL dan tertinggi 121 mg/dL dengan nilai rata-rata 90.27 mg/dL (SD) = 22.08, Sedangkan Kadar Apo-B responden setelah intervensi terendah 73 mg/dL dan tertinggi 125 mg/dL dengan nilai rata-rata 98.45 mg/dL (SD) 16.54. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar Apo-B sebelum dan setelah Intervensi mengalami perubahan bermakna dengan nilai $p = 0.017$ (< 0.05).

Tabel 8. Perubahan Kadar Apolipoprotein-B pada kelompok kontrol Pretest dan Posttest

| Kadar Apolipoprotein- B | N | Mean (mg/dL) | Min (mg/dL) | Mak (mg/dL) | SD (mg/dL) | ρ |
|-------------------------|---|--------------|-------------|-------------|------------|--------|
| Kontrol Pretest | 9 | 85.22 | 51 | 110 | 16.62 | 0.390 |
| Posttest | 9 | 87.55 | 71 | 108 | 10.77 | |

* Paired Sample T test

Pada tabel 8 Menunjukkan Kadar Apo-B responden pada Kelompok Kontrol Pretest terendah 51 mg/dL dan tertinggi 110 mg/dL dengan nilai rata-rata 85.22 mg/dL (SD) = 16.62, Sedangkan Kadar Apo-B post test terendah 71 mg/dL dan tertinggi 108 mg/dL dengan nilai rata-rata 87.55 mg/dL (SD) 10.77. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa kadar Apo-B pada pemeriksaan awal dan pemeriksaan Akhir mengalami perubahan tidak bermakna dengan nilai $p = 0.390$ (> 0.05) pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 9. Perbandingan Pengaruh latihan Aerobik terhadap kadar Apolipoprotein-B Kelompok Perlakuan dan Kontrol

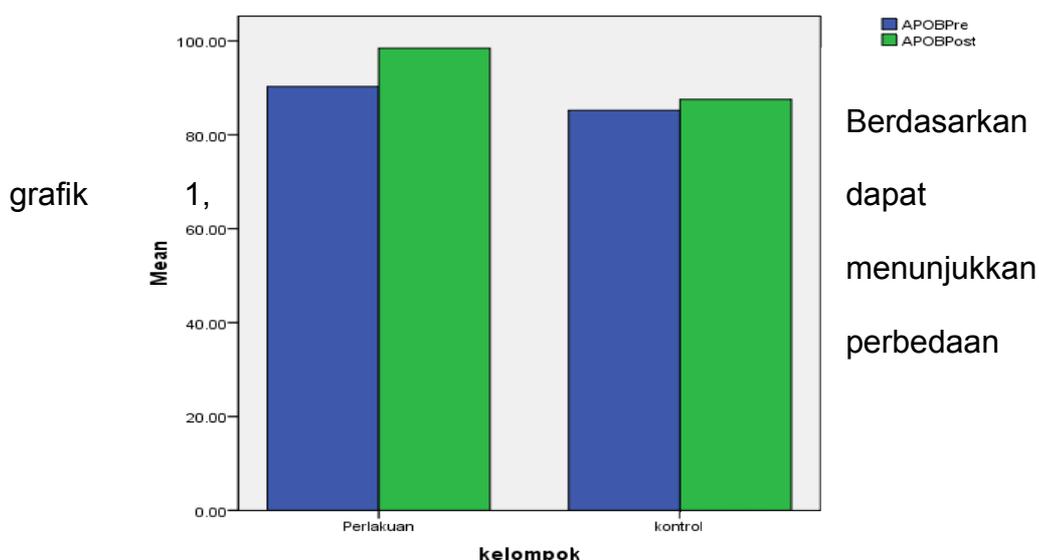
Sebelum dan setelah intervensi Aerobic pada Dewasa obes.

| Kelompok | Kadar Apolipoprotein-B Pre Test (mg/dL) Rerata (SD) | Kadar Apolipoprotein-B Post Test (mg/dL) Rerata (SD) |
|-----------|--|---|
| Perlakuan | 90.27±22.08 | 98.45±16.54 |
| Kontrol | 85.22±16.62 | 87.55±10.77 |

Pada tabel 9 menunjukkan kadar Apo-B pada kelompok perlakuan menunjukkan nilai Rerata sebelum intervensi Lebih rendah 90.27 mg/dL dibandingkan setelah intervensi 98.45 mg/dL, sementara standar deviasi sebelum intervensi lebih tinggi 22.08 mg/dL dibandingkan setelah intervensi 16.54 mg/dL.

Sedangkan Untuk kelompok kontrol tanpa intervensi menunjukkan nilai Rerata pada pemeriksaan awal Lebih rendah 85.22 mg/dL dibandingkan pada akhir pemeriksaan 87.55 mg/dL, sementara standar deviasi pada awal pemeriksaan lebih tinggi 16.62 mg/dL dibandingkan pada akhir pemeriksaan 10.77 mg/dL.

Grafik 1. Perbedaan Kadar Apolipoprotein-B Kelompok Perlakuan dan Kontrol Pretest dan Post test.



peningkatan Apo-B pada kelompok perlakuan dan kontrol. Dari grafik di atas dapat terlihat pada kelompok perlakuan memiliki peningkatan Apo-B yang lebih tinggi yaitu sebelum intervensi (90.27) dan setelah intervensi menjadi (98.45) sedangkan pada kelompok kontrol yang tidak melakukan intervensi pada Pre Test (85.22) dan pada post Test menjadi (87.55).

B. Pembahasan

Dua puluh satu subyek obesitas yang bersedia mengikuti penelitian ini sebanyak 21 subyek tersebut telah bersedia mengikuti PreTest yaitu pengambilan darah awal sebanyak 3-5 ml untuk mengetahui kadar Apolipoprotein-B. 21 subyek tersebut terbagi atas dua kelompok yaitu 12 subyek yang masuk kelompok perlakuan dimana kelompok ini akan mengikuti intervensi aerobik selama 4 minggu. Sedangkan 9 subyek lainnya masuk kelompok kontrol, dimana kelompok ini tanpa mengikuti intervensi Latihan Aerobik dengan intensitas ringan frekuensi 3 kali/seminggu durasi 90 menit/sesi selama 4 minggu.

Sebelas subyek dari kelompok perlakuan dapat mengikuti intervensi sampai akhir. Satu orang subyek drop out dengan alasan tidak mengikuti intervensi sebanyak 3 kali berturut-turut dan 11 subyek kelompok bersedia mengikuti pengambilan darah terakhir setelah intervensi, Sedangkan 9 subyek dari kelompok kontrol tidak mengalami kesulitan mengikuti penelitian, karena tidak mendapatkan perlakuan apapun, sehingga 9 subyek kontrol dapat mengikuti penelitian ini sampai akhir yaitu selama 4 minggu dan bersedia mengikuti pengambilan darah terakhir untuk mengetahui Pengaruh Latihan Aerobik terhadap perubahan kadar Apolipoprotein-B pada subyek perlakuan dan kontrol.

Obesitas didefinisikan pula sebagai timbunan lemak berlebihan karena masukan energi jauh lebih besar daripada keluaran energi. Hal ini dapat diatasi dengan mengurangi masukan energi dan menambah pengeluaran energi, (Mirnadiarly, 2007).

Aktivitas fisik yang tepat untuk mengatasi obesitas adalah latihan aerobik. Latihan Aerobik memperkuat sistem kardiovaskular dan ketika kita melakukan latihan Aerobik, latihan ini akan membakar gula dan lemak yang tersimpan dalam tubuh untuk membantu menurunkan berat badan, (Wiarto, 2013).

Proses metabolisme aerobik adalah proses metabolisme energi yang membutuhkan oksigen dan prosesnya terjadi di dalam mitokondria. Sistem ini menghasilkan energi yang besar yang digunakan untuk aktifitas yang berdurasi lama. Metabolisme ini di gunakan terutama pada aktifitas

fisik yang memerlukan daya tahan yang biasanya mempunyai intensitas rendah namun dikerjakan dalam waktu yang lama. Sumber energi utama yang digunakan untuk menyediakan energi bagi otot untuk berkontraksi berasal dari simpanan karbohidrat dan lemak. Lemak yang disimpan di dalam tubuh hanya dapat dipecah melalui proses metabolisme aerobik untuk menghasilkan ATP, namun proses ini juga memerlukan ketersediaan karbohidrat agar proses pembakarannya menjadi sempurna. ATP yang dihasilkan pada sistem ini 20 kali lebih banyak daripada yang dihasilkan pada proses metabolisme anaerobik yaitu sejumlah 38 – 39 ATP, (Wiarso,2013).

Olahraga aerobik (dengan oksigen) melibatkan kelompok-kelompok otot besar dan dilakukan dengan intensitas yang cukup rendah serta dalam waktu yang cukup lama, sehingga sumber-sumber bahan bakar dapat diubah menjadi ATP dengan menggunakan siklus asam sitrat sebagai jalur metabolisme dominan. Olahraga aerobik dapat dipertahankan dari lima belas sampai dua puluh menit hingga beberapa jam dalam sekali latihan (Sherwood. 2010).

Aktivitas fisik diketahui berperan penting untuk mencegah obesitas dan memegang peranan terhadap distribusi lemak tubuh. Aktivitas fisik yang memadai dapat menurunkan persentasi lemak tubuh yang selanjutnya dapat mengurangi risiko menderita obesitas dan penyakit kardiovaskuler, (Anam,2010).

Latihan Fisik Aerobik selama 1 jam memberikan efek pembongkaran lemak yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar asam lemak bebas dan gliserol dalam darah yang tinggi (Glisezinski, 2003). Peningkatan penggunaan asam lemak endogen sebagai sumber energi selama latihan fisik akan menguntungkan untuk menurunkan deposit lemak di jaringan lemak.

1. Perubahan kadar Apolipoprotein-B sebelum dan setelah intervensi aerobik pada dewasa obes.

Pada penelitian ini menunjukkan kadar Apolipoprotein-B pada kelompok perlakuan sebelum dan setelah intervensi mengalami peningkatan secara bermakna, sedangkan pada kelompok kontrol menunjukkan peningkatan kadar Apolipoprotein-B secara tidak bermakna.

Peningkatan kadar Apolipoprotein-B pada kelompok perlakuan disebabkan oleh Pembakaran Lemak di jaringan adiposa akibat latihan aerobik yang meningkat sehingga jaringan adiposa kekurangan lemak.

Proses metabolisme aerobik adalah proses metabolisme energi yang membutuhkan oksigen dan prosesnya terjadi di dalam mitokondria. Sistem ini menghasilkan energi yang besar yang digunakan untuk aktifitas yang berdurasi lama. Metabolisme ini di gunakan terutama pada aktifitas fisik yang memerlukan daya tahan yang biasanya mempunyai intensitas rendah namun dikerjakan dalam waktu yang lama. Sumber energi utama yang digunakan untuk menyediakan energi bagi otot untuk berkontraksi berasal dari simpanan karbohidrat dan lemak. Lemak yang disimpan di

dalam tubuh hanya dapat dipecah melalui proses metabolisme aerobik untuk menghasilkan ATP, namun proses ini juga memerlukan ketersediaan karbohidrat agar proses pembakarannya menjadi sempurna. ATP yang dihasilkan pada sistem ini 20 kali lebih banyak daripada yang dihasilkan pada proses metabolisme anaerobik yaitu sejumlah 38 – 39 ATP, (Wiarso, 2013).

Olahraga aerobik (dengan oksigen) melibatkan kelompok-kelompok otot besar dan dilakukan dengan intensitas yang cukup rendah serta dalam waktu yang cukup lama, sehingga sumber-sumber bahan bakar dapat diubah menjadi ATP dengan menggunakan siklus asam sitrat sebagai jalur metabolisme dominan. Olahraga aerobik dapat dipertahankan dari lima belas sampai dua puluh menit hingga beberapa jam dalam sekali latihan, (Sherwood, 2010).

Latihan Fisik Aerobik selama 1 jam memberikan efek pembongkaran lemak yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar asam lemak bebas dan gliserol dalam darah yang tinggi, (Glisenzinski *et al.* 2003). Peningkatan penggunaan asam lemak endogen sebagai sumber energi selama latihan fisik akan menguntungkan untuk menurunkan deposit lemak di jaringan lemak.

Lemak yang berasal dari makanan akan masuk ke dalam pembuluh darah setelah bergabung dengan protein dan membentuk suatu partikel yang dinamakan lipoprotein. Ada beberapa jenis lipoprotein diantaranya VLDL, IDL, LDL, dan HDL. Komponen protein yang menyusun lipoprotein

disebut sebagai Apolipoprotein yang jenisnya juga beragam, salah satunya dikenal sebagai Apolipoprotein-B atau APO-B, (Sniderman, 2009).

Apolipoprotein-B100 adalah protein sekretori, agar dapat disekresikan, protein tersebut harus digabungkan ke dalam VLDL, (Wikipedia. 2013). Partikel Apolipoprotein-B100 terdiri dari VLDL, *intermediate-density lipoprotein* (IDL), LDL. VLDL adalah partikel lipoprotein yang kaya trigliserida yang disekresikan oleh hati. Masing-masing mengandung satu molekul APO-B100. VLDL membawa trigliserida dari hati ke jaringan adiposa dan otot, dan memainkan peran kunci dalam mempertahankan homeostasis kolesterol dalam hati, (Sniderman, 2009).

Lemak yang berasal dari makanan mengalami pemecahan menjadi asam lemak bebas, trigliserida, fosfolipid dan kolesterol didalam usus. Kemudian diolah dan diserap kedalam darah dalam bentuk kilomikron. Trigliserida disimpan dalam jaringan lemak diseluruh tubuh, sedangkan sisa pemecahan kilomikron akan diuraikan menjadi kilomikron remnant, yang beredar menuju hati. Di dalam hati pula trigliserida dan kolesterol di sintesis dari karbohidrat. Sebagian kolesterol ini akan di buang ke dalam empedu sebagai asam empedu dan sebagian lagi bersama sama dengan trigliserida, akan bergabung dengan Apolipoprotein-B membentuk VLDL. VLDL ini lalu dipecah oleh enzim lipoprotein lipase menjadi IDL yang bertahan selama 2-6 jam, kemudian berubah menjadi LDL, (Harrow & Mazur, 1982).

Setelah lemak disintesis dihati, Apolipoprotein-B bersama dengan lipoprotein membawa lemak dari hati ke jaringan adiposa dan otot, untuk memenuhi kebutuhan jaringan lemak yang berkurang. Menurut (Simoes *et al*, 1995) Lemak merupakan komponen yang penting dari dinding sel, insulasi vital dalam sistem saraf, pendahulu dari komponen penting seperti hormon, penyerap guncangan pada organ dalam, dan lemak dapat menjadi bahan bakar yang paling efisien untuk melakukan aktifitas fisik, khususnya pada otot yang telah menjalani latihan daya tahan, (Sharkley, 2011). Karena itulah sebenarnya lemak tidak boleh dihilangkan sama sekali dari tubuh ini, bahkan selama kita masih hidup.

Pada awal melakukan aktivitas olahraga maka sumber energi yang digunakan oleh tubuh adalah karbohidrat, dengan berjalannya waktu maka kontribusi energi dari karbohidrat semakin menurun, sedangkan sebaliknya kontribusi energi dari lemak semakin meningkat. Titik keseimbangan antara penggunaan kedua sumber daya tersebut terdapat kurang lebih pada menit ke 30, artinya setelah 30 menit maka kontribusi karbohidrat dan lemak dalam menghasilkan energi akan seimbang. Dengan berlanjutnya waktu maka penggunaan karbohidrat semakin menurun, sedangkan penggunaan lemak semakin meningkat, sehingga selanjutnya penggunaan energi didominasi oleh lemak. Hal ini akan terus dipertahankan selama olahraga dipertahankan pada intensitas (beban) normal (normal load, yaitu dengan intensitas $< VO_2 \text{ max}$ = intensitas submaksimal), (Giriwijoyo dkk, 2012).

Latihan akan menyebabkan bertambahnya jumlah kapiler dalam otot, yang menyebabkan otot menjadi lebih mudah memelihara kondisi homeostasisnya, khususnya otot yang dilatih untuk daya tahan serta menyebabkan terjadinya kapilarisasi sehingga otot mendapatkan banyak aliran darah disertai bertambahnya jumlah mitokondria, (Kemenkes. 2010). Ketika otot berkontraksi saat beraktivitas aliran darah ke otot akan meningkat guna menyediakan zat makanan dan oksigen sebagai sumber energi, (Afriwardi, 2010). Oksigen yang diambil dari udara akan diangkut ke sel-sel jaringan, khususnya ke otot-otot yang aktif yang kemudian digunakan untuk proses pembakaran lemak, (Giriwijoyo dkk, 2012).

Pada saat melakukan intervensi aerobik maka otot rangka akan berkontraksi. Sumber energi yang digunakan oleh otot rangka saat berkontraksi adalah lemak. Peningkatan kontraksi otot rangka pada saat aerobik juga menyebabkan peningkatan penggunaan lemak di otot sehingga kebutuhan lemak pada otot juga meningkat. Hal ini menyebabkan sekresi Apolipoprotein-B oleh hati juga meningkat. Setelah lemak disintesis di hati, Apolipoprotein-B bersama dengan lipoprotein membawa lemak dari hati ke jaringan adiposa dan otot, untuk memenuhi kebutuhan jaringan lemak yang berkurang. Apolipoprotein-B mentranspor lemak melalui pembuluh darah. Pemeriksaan kadar Apolipoprotein-B menggunakan sampel darah responden, hal inilah yang menyebabkan pada saat pemeriksaan sampel darah menunjukkan kadar Apolipoprotein-B juga meningkat.

Kontraksi otot pada saat latihan aerobik merangsang saraf simpatis untuk merangsang hati dan sel lemak untuk mengeluarkan lemak, Agar lemak dapat disekresikan maka Apolipoprotein-B juga harus di sekresikan untuk membawa kolesterol ke otot untuk dipakai pada saat latihan aerobik.

Peningkatan pembakaran lemak di jaringan adiposa akibat latihan aerobik selama 4 minggu, merangsang sekresi Apolipoprotein-B oleh hati juga meningkat. Hal ini adalah upaya untuk mempertahankan homeostasis pada jaringan. Dimana tubuh melakukan usaha adaptasi untuk memenuhi kebutuhan lemak yang mulai berkurang. Apolipoprotein-B bersama dengan lipoprotein membawa kolesterol, trigliserida, dan fosfolipid ke jaringan untuk mengganti kekurangan lemak akibat aerobik. Hal inilah yang menyebabkan pengaruh latihan aerobik selama 4 minggu dapat meningkatkan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa muda non sindroma metabolik.

Peningkatan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa muda non sindroma adalah upaya untuk mempertahankan homeostasis pada jaringan lemak agar jaringan tidak mengalami kekurangan lemak yang berlebihan selama latihan. Sedangkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan sampel dewasa tua dengan sindroma metabolik menunjukkan latihan aerobik dapat menurunkan kadar Apolipoprotein-B, hal ini disebabkan peningkatan kadar Apolipoprotein-B pada sindroma metabolik telah bersifat aterogenik pada pembuluh darah

sehingga dengan adanya latihan aerobik dapat menurunkan kadar Apolipoprotein-B yang bersifat aterogenik dan dapat memperbaiki lapisan endotel yang cidera.

2. Intervensi aerobik dapat menormalkan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes.

Pada kelompok perlakuan ada 2 subyek pada awal intervensi yang memiliki kadar Apolipoprotein-B dalam kategori rendah tetapi setelah intervensi kadar Apolipoprotein-B menjadi normal, ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Jeyaamalar, 1994 bahwa Latihan aerobik sebagai latihan fisik yang dilaksanakan sesuai dengan prinsip-prinsip latihan dapat mengembalikan keadaan yang menyimpang menjadi normal kembali, (Jeyaamalar, 1994).

3. Perbedaan perubahan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes dengan intervensi aerobik dan dewasa obes tanpa intervensi aerobik.

Selain terjadi peningkatan kadar Apolipoprotein-B pada kelompok perlakuan, peningkatan kadar Apolipoprotein-B juga terjadi pada kelompok kontrol meskipun peningkatannya tidak bermakna. Hal ini disinyalir karena peneliti tidak mengontrol kegiatan kelompok ini, Karena pada kelompok ini bebas melakukan kegiatan apa saja serta bebas mengkonsumsi apa saja yang subyek inginkan, dan setelah dilakukan wawancara khusus ternyata kelompok kontrol memiliki aktivitas rutin yang dilakukan setiap hari.

4. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah :

- 1 Kurangnya jangka waktu yang diberikan pada ini yaitu hanya sekitar 4 minggu.
- 2 Asupan gizi pada masing-masing sampel yang diberikan intervensi tidak terkontrol dengan baik.
- 3 subyek penelitian ini hanya terbatas pada mahasiswi Fisioterapi Universitas Hasanuddin angkatan 2011 dan 2012. Sehingga belum mencerminkan populasi yang sebenarnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Latihan Aerobik dapat meningkatkan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes.
2. Subyek yang memilki kadar Apolipoprotein-B yang rendah setelah intervensi aerobik memiliki kadar Apolipoprotein-B menjadi normal
3. Perubahan kadar Apolipoprotein-B pada dewasa obes mengalami peningkatan yang bermakna sedangkan dewasa obes tanpa latihan aerobik mengalami peningkatan yang tidak bermakna.

B. **Saran**

1. Sebaiknya dilakukan penelitian pengaruh latihan aerobik dalam jangka waktu 8-16 minggu untuk mengamati perbedaan pengaruh latihan aerobik selama 4 minggu dan 8-16 minggu terhadap perubahan apolipoprotein-B dalam skala besar pada dewasa muda obes.
2. Sebaiknya penelitian selanjutnya melakukan intervensi aerobik dan diet terkontrol untuk mengamati perbedaan dengan intervensi tanpa diet terkontrol.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian pengaruh latihan aerobik terhadap apolipoprotein-B dan SdLDL (Small dense low density lipoprotein) sebagai faktor resiko penyakit jantung koroner.

Daftar Pustaka

- Afriwardi. 2011. *Ilmu Kedokteran Olahraga*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Amilosa r, jacobson m., 2003, *Physical Activity, Exercise and Sedentary Activity : Relationship to the Causes and Treatment of Obesity*. Adolescent medicine;14:23-35
- Anam,ms.,2010,*Pengaruh Intervensi Diet Dan Olahraga Terhadap Indeks Massa Tubuh, Kesegaran Jasmani, Hscrp Dan Profil Lipid Pada Anak Obesitas*, Pasca Sarjana Magister Ilmu Biomedik Dan Program Pendidikan Dokter Spesialis-1 Ilmu Kesehatan Anak Universitas Diponegoro Semarang
- Anonim, 2009, *Kolesterol*, www.farmasiku.com
- Anonim, 2011, *Seminar Ilmiah Dokter : ApoB & hs-CRP Sebagai New Skrining PJK*, www.seminarilmiah.com
- Anonim,2012,*Kurus dan langsing bukan berarti anda sehat. Health a personal 20thing.Htm*
- Arisman, 2004. *Gizi dalam daur kehidupan*, penerbit buku kedokteran egc, jakarta.
- Arisman,2010, *Obesitas, Diabetes Melitus, Dan Dislipidemia; Konsep,Teori Dan Penanganan Aplikasi, Jakarta, Egc.*
- Battinelli t. , 2000, *Physique, fitness, and performance*. Florida :crc press
- Bonaretti j. 2005, *20m shuttle run test (beep test) vo2 max calculator*. Available in url: <http://www.aminoz.com.au/shuttle-test-beep-test-calculator-calc>.
- Bompa, T.O., 1994. *Theory and Methodology of Training*, Third edition, Toronto, Ontorio Canada: Kendall/ Hunt Publishing Company.

- Boyd gs, koenigsberg j, falkner b, gidding s, hassink s., 2005, *Ef obesity and high blood pressure on plasma lipid levels in cl obesity*. *Pediatrics*;116:442-6
- Charlton-menys v, betteridge dj, colhoun h, fuller j, france m, hitman ga, et al., 2009, *Targets Of Statin Therapy: Ldl Cholesterol, Non-Hdl Cholesterol, And Apolipoprotein B In Type 2 Diabetes In The Collaborative Atorvastatin Diabetes Study (Cards)*, *Clinical Chemistry*, (55)3: 473–480.
- Daniels sr, arnett dk, eckel rh, gidding ss. 2005, *Overweight In Children And Adolescents, Pathophysiology, Consequence, Prevention, And Treatment*. *Circulation*; 111: 1999-2012
- Dariyo, a., 2004. *Psikologi Perkembangan Remaja*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Davide. Laaksonen, mustafa atalay, leo k. Niskanen, juha mustonen, chandan k. Sen, Timo a. Lakka, and matti i. J. Uusitupa, 2000, *Aerobic Exercise And The Lipid Profile In Type 1 Diabetic Men: A Randomized Controlled Trial*, *medicine & science in sports & exercise*, finlandia
- Davis PG, Wagganer JD. 2006. *Lipid and Lipoprotein Metabolism*. In: Moffatt RJ, Stamford B, editors. *Lipid Metabolisme and Health*. Boca Raton (USA): Taylor & Francis Group;p. 47-59.
- Deforche b, bourdeaudhuij i.d, debode p, vinaimont f, hills a.p, vertraete s, bouckaert j. 2003, *Changes in fat mass, fat free mass and aerobic fitness in severely obesitas children and adolescents following arab residential treatment programme*. *Eur j pediatr*; 162: 616-22
- Despres JP, Lemieux I. 2006, *Obesitas Perut Dan Sindrom Metabolik Nature*; [444 :881-887
- Duncan ge, li sm, zhou xh., 2004, *Prevalence and trends of a metabolic syndrome phenotype among u.s. Adolescents 1999-2000*. *Diabetes care*; 27: 2438-2443
- Eckel RH, MD. 1996, *Obesity and heart disease*. American Heart Association.
- Fatmah, 2011, *Gizi Kebugaran Dan Olahraga, Bandung: Cv.Lubuk Agung*

- Fox EL; Bower RW and Fose ML, 1993. *The physiological basis of physical education and athletics*. New York: W. B. Sanders college and medical physiology publishing. pp: 13-37, 243-281, 287-315.
- Giriwijoyo, Santosa. Sidik, Dindik Zafar. 2012. *Ilmu Faal Olahraga (Fisiologi Olahraga)*. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Glisenzinski D, et al. 2003. *Aerobik training improve exercise induced lipolysis in SCAT and Lipid utilization in overweight men*. *AJP endocrine metab.*
- Gruhn JG, Kazer RR., 2000. *Hormonal Regulation Of The Menstrual Cycle*, 3 Ed Plenum Medical Book Company, New York and London.
- Gutin b, barbeau p, owens s, lemmon cr, bauman m, allison j, et al. 2002. *Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obesitas adolescents*. *Am j clin nutr.* 75: 818-26
- Guyton & hall, 2006, *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, Egc
- Guyton & hall, 2008, *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*, Jakarta, Egc
- Hamam, Hadi., 2005. *Beban Ganda Masalah Gizi Dan Implikasinya Terhadap Kebijakan Pembangunan Kesehatan Nasional*, ugm, yogyakarta.
- Harrow B, Mazur A. 1982. *Metabolism of the lipids*. *Textbook of Biochemistry*. 8th Ed. Philadelphia, WB Saunders. Co, 327-45
- Haryo Teguh , Retnaningsih , MI. Widiastuti., 2011, *Kadar Apolipoprotein-B dan Aterosklerosis Arteri Karotis Interna pada Pasien Pasca Stroke Iskemik*, Media Medika Indonesiana.
- Hidayati, n.s., irawan, r., dan hidayat, b., 2006. *Obesitas pada anak*. [Http://www.pediatrik.com/](http://www.pediatrik.com/).
- Huxley r, owen cg, whincup ph, cook dg, colman s, collins r. 2004. *Birth weight and subsequent cholesterol level. Exploration of the "fetal origins" hypothesis*. *Jama*. 292:2755-64
- Jansen, Ian, PHD., Anne Fortier, MSC., Robert Hudson, MD, PHD2 and Robert Ross, PHD, 2002, *Effects of an Energy-Restrictive Diet With or Without Exercise on Abdominal Fat, Intermuscular Fat, and Metabolic Risk Factors in Obese Women*, *Diabetes Care*. Canada.
- Jeyaamalar R, 1994. *Hyperlipidemia: Importance and management*. *Med Digest*. 12(3):1-13.

- Mulyadi.1998, *Prevalens Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Obesitas Pada Muridv Sekolah Dasar*.tesis. Fkui. Jakarta.
- Namara JR, Warnick GR, Wu LL. 2000. *Lipids and Lipoproteins*. In: Bishop ML, Engelkirk JLD, Fody EP, editors. *Clinical Chemistry: Principles, procedures, correlations*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; p. 232-59.
- NCEP ATP III, 2002, *US Departemen of Health and Human Service Public Health Service*, National Institut of Health, National Health and blood Institut.
- Nelly ,katharina manurung, 2008, *pengaruh karakteristik remaja, genetik, pendapatan keluarga, pendidikan ibu, pola makan dan aktivitas fisik terhadap kejadian obesitas di smu rk tri sakti*,Medan.
- Nieman d. 2001. *The Exercise Test As A Component Of The Total Fitness Evaluation*. Primary care clinics in office practice;28:1-13.
- Park MK, Troxler RG. 1996. *Hyperlipidemia ini childhood*. Dalam : Park MK. *Pediatric cardiology for practitioners*.3th Ed. Philadelphia . Mosby Year Book, 430 – 42.
- Pischon t, girman cj, sacks fm, rifai n, stampfer mj, rimm eb. 2005. *Non-Hdl Cholesterol And Apolipoprotein B In The Prediction Of Coronary Heart Disease In Men*. *Circulation*.112;3375-83.
- Praptoharjo U, 1999, *Persiapan Menghadapi Menopause*, Dalam : Naskah Lengkap Perkumpulan Obstetri Ginekologi Indonesia Pada Pertemuan Ilmiah Tahunan XI Semarang.
- Proverawati, atikah., 2010, *Obesitas Dan Gangguan Perilaku Makan Pada Remaja*, Yogyakarta, Nuha Medika
- Purwati, s., dkk, 2005. *Perencanaan Menu Untuk Penderita Kegemukan*. Penebar swadaya, jakarta.
- Reaven GM. 1988. *Banting lecture: role of insulin resistance in human disease*. *Diabetes* 37:1595–1607.
- Richard T, Cotton. 1993. *Aerobic instructor manual: the resource for fitness professional*. Goldstein. American Council on Exercise.199.
- Ryan d. 2005. *Risk and benefits of weight loss: challenges to obesity research*. *Eur heart j; supplements* 7: I27-I31

- Salam, m.a.1989. *Epidemiologi Dan Patologi Obesitas Dalam Permasalahan Dan Penanggulangannya, Laboratorium Farmakologi Klinis Fakultas Kedokteran Ugm, Yogyakarta*
- Sam S, S Haffner, Davidson MH, D'Agostino RB, Sr, Feinstein S, Kondos G, A Perez, Mazzone T. 2008. *Hubungan visceral perut dan jaringan adiposa subkutan dengan jumlah partikel lipoprotein dan ukuran pada diabetes tipe 2. Diabetes. 2022-57 2027*
- Sediaoetama, a.d., 2006. *Ilmu gizi untuk mahasiswa dan profesi*, cetakan v, dian rakyat, jakarta.
- Sharkley, Brian J. 2011. *Kebugaran dan kesehatan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Sherwood, lauralee. 2010. *Fundamentals of Human Physiology*. Fourth Edition. Department of Physiology and Pharmacology School of Medicine West Virginia University
- Sibarani rp, rudijanto a, dekker j, hiene rj. 2006. *The petai china study: metabolic syndrome among obese indonesian chinese adolescents. The indonesian journal of internal medicine. 38: 142-144.*
- Sjarif dr. 2005. *Obesitas Pada Anak Dan Permasalahannya*. Dalam: trihono pp, purnamawati s, sjarif dr, hegar b, gunardi h, osuari h, et al, ed. *Hottopics in pediatrics ii*. Jakarta: fkui. P.219-34.
- Sniderman ad. 2009. *Apolipoprotein B In The Therapy Of Atherogenic Dyslipoproteinaemias*. In: tonkin am, editor. *Therapeutic strategies in lipid disorders*. Oxford: clinical publishing. 43-56.
- Soegih,rachmad.,wiramihardja,kunkun.,2009,*Obesitas Permasalahan Dan Terapi Praktis*, jakarta, sagung seto.
- Soekarman. 1987. *Dasar Olahraga Untuk Pembina, Pelatih dan Atlet*: Jakarta: Inti Idayu Press.
- Soekarno, W., Kushartanti, B.M.W. & Noerhadi, M. 1996. *Dasar-dasar Latihan Senam Aerobik*. Fak. Pendidikan Olahragadan Kesehatan IKIP. Yogyakarta.
- Speakman,jr.,2003, *Obesity: the integrated roles of environment and genetics*, university of aberdeen, aberdeen ab24 2tz, scotland.

- Steinberger j, daniels sr. 2003. *Obesity, insulin resistance, diabete cardiovascular risk in children*. *Circulation*.107:1448-53
- Stompor t, krasniak a, sulowick w, dembin a, janda k, wojcik k, et al. 2007. *Changes In Common Carotid Artery Intima-Media Thickness Over In 1 Patients On Peritoneal Dialysis*. *Nephrol. Dial. Transplant*. 20(2):1495-500.
- Tjokroprawiro a. 2007. *The metabolic syndrome (Ird stage-3): preclinical stage of the cvds (Ird stage 0-4, guloh-cisar, drug intervention, "time bomb disease")*. Simposium sumpah dokter fk uns periode-161. Holistic approach of the metabolic syndrome. Surakarta.
- Tolfrey k, campbell ig, batterham am. 1998. *Exercise Training Induced Alterations In Prepubertal Children's Lipid-Lipoprotein Profile*. *Med sci sport exerc*. 30(12):1684-92.
- Tremblay A, Després JP, Maheux J, Pouliot MC, Nadeau A, Moorjani S, Lupien PJ, Bouchard C, 1991, *Normalization of the metabolic profile in obese women by exercise and a low fat diet*, Physical Activity Sciences Laboratory, Laval University, Ste-Foy, Québec, Canada.
- Vanelli m, iovane b, bernadini a, chiari g, errico mk, gelmetti c, et al. 2005. *Breakfast habits of 1,202 northern italian children admitted to a summer sport school. Breakfast skipping is associated with overweight and obesity*. *Acta biomed*.74:p.79-85
- Virgianto, g., dan purwaningsih, e., 2006. *Konsumsi fast food sebagai faktor risiko terjadinya obesitas pada remaja*. [Http://www.m3undip.org/](http://www.m3undip.org/).
- Voet D, Voet J.,2001, *Bio Chemistry*, 2 Ed., Jhon Willey & Sons, Toronto.
- Wagner am, perez a, zapico e, ordonez-llanos j. 2003. *Non-Hdl Cholesterol And Apolipoprotein B In The Dyslipidemic Classification Of Type 2 Diabetic Patients*, *diabetes care*. 26: 2048–2051.
- Wang Y. 2001. *Cross-National Comparison of Childhood Obesity : The epidemic and the relationship between obesity and socioeconomic status*. *International Journal of Epidemiology*.30: 1129 - 36.
- Wasowicz L. 2003. *Obesity Found To Have Many, Varied Causes*. U.S . United Press International,. http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/news/fullstory_12052.html

- WHO, 1998, obesity : *Preventing And Managing The Global Epidemic*. WHO technical report series 894, Geneva.
- WHO. Obesity: 2000. *Preventing and managing the global epidemic*. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva, Switzerland, World Health Organization.
- WHO, 2008. *Global Database on Body Mass Index*. (http://www.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html).
- WHO. 2011. *Obesity and overweight*. Available at <http://www.who.int/mediacentre/online>
- Wiaro, giri., 2013, *Fisiologi Dan Olahraga*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Wikipedia. 2013. *Apolipoprotein*. www.wikipedia.com.
- Williams k, Sniderman ad, Sattar n, d'Agostino r, Wagenknecht, Haffner sm. 2003. *Comparison Of The Associations Of Apolipoprotein-B And Low-Density Lipoprotein Cholesterol With Other Cardiovascular Risk Factors In The Insulin Resistance Atherosclerosis Study (IRAS)*. *Circulation*. 108;2312-6.
- Wilmore, J.H. & Costill, D.L. 1994 *Physiology of Sport and Exercise*. Human Kinetic Publisher Inc., Champaign.