

**PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP INDEKS MASSA
TUBUH, LINGKAR PINGGANG, RASIO LINGKAR PINGGANG –
LINGKAR PANGGUL DAN PROFIL LIPID
PADA DEWASA OBESE**

***THE EFFECTS OF AEROBIC EXERCISE ON BODY MASS INDEX,
WAIST CIRCUMSTANCE, WAIST to HIP RATIO (WHR) AND
LIPID PROFILE LEVEL IN OBESE ADULT***

AMIRUDDIN ESO



**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP INDEKS MASSA TUBUH,
LINGKAR PINGGANG, RASIO LINGKAR PINGGANG–LINGKAR
PANGGUL DAN PROFIL LIPID
PADA DEWASA OBESE

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Biomedik

Disusun dan diajukan oleh

AMIRUDDIN ESO

Kepada

PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2013

TESIS

PENGARUH LATIHAN AEROBIK TERHADAP INDEKS MASSA TUBUH, LINGKAR PINGGANG, RASIO LINGKAR PINGGANG-LINGKAR PANGGUL DAN PROFIL LIPID PADA DEWASA OBESE

Disusun dan diajukan oleh

AMIRUDDIN ESO

Nomor Pokok P1502211003

Telah dipertahankan di depan panitia Ujian Tesis

pada tanggal 05 Juli 2013

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat,

Dr. dr. A. Wardihan Sinrang, MS.

Ketua

Ketua Program Studi
Biomedik

Prof. dr. Rosdiana Natzir, Ph.D

Dr. Dr. Irfan Idris, M.Kes

Anggota

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda-tangan di bawah ini:

Nama : Amiruddin Eso
Nomor Pokok : P 150 2211 003
Program Studi : Biomedik

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

Makassar, 3 Juli 2013

Yang Menyatakan

Amiruddin Eso

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis penelitian dengan judul “*Pengaruh Latihan Aerobik Terhadap Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang-Lingkar Panggul dan Profil Lipid Pada Dewasa Obese.*”

Selama penyusunan tesis penelitian ini, penulis tidak terlepas dari berbagai hambatan. Namun berkat kerja sama dari berbagai pihak akhirnya tesis penelitian ini terselesaikan dengan sebaik-baiknya. Dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Hasanuddin atas kepemimpinannya selama kami menempuh studi di Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Direktur Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
3. Ketua Program Studi Biomedik Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
4. Ketua Konsentrasi Fisiologi Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin
5. Bapak Dr. dr. A. Wardihan Sinrang, MS dan Bapak Dr. dr. Irfan Idris, M. Kes selaku Ketua Komisi Penasehat dan Anggota Tim Penasehat.

6. Bapak Dr. dr. Ilhamjaya Patellongi, M.Kes, Bapak dr. Agussalim Bukhari, Ph.D, Sp.GK dan Bapak Dr. Nukhrawi Nawir, M.Kes, AIFO selaku Tim Penguji Ujian Tesis Penelitian.
7. Staf Dosen Program Studi Ilmu Biomedik Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin
8. Orangtua dan keluarga yang tercinta.
9. Rekan-rekan mahasiswa Konsentrasi Fisiologi Prodi Magister Biomedik Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
10. Serta rekan-rekan kerja, kerabat dan handai taulan yg tdk bisa disebutkan satu persatu.

Meskipun demikian penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan sehingga dengan segala kerendahan hati penulis dapat menerima koreksi, saran dan kritik yang konstruktif demi kesempurnaan tesis ini. Akhir kata semoga kehadiran tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Makassar, Juli 2013

Amiruddin Eso

ABSTRAK

AMIRUDDIN ESO. *Pengaruh Latihan Aerobik terhadap Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang–Lingkar Panggul dan Profil Lipid pada Dewasa Obese* (dibimbing oleh A. Wardihan Sinrang dan Irfan Idris)

Penelitian ini bertujuan menganalisa perubahan Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang-Lingkar Panggul dan kadar Profil Lipid sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik.

Penelitian ini merupakan penelitian quasi-eksperimen dengan *pretest - posttest control group design* pada 20 mahasiswa obese. Subjek dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok intervensi ($n = 11$) dan kelompok kontrol ($n = 9$). Penelitian dilaksanakan di Bagian Fisioterapi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin. Pemeriksaan antropometrik dan laboratorium profil lipid dilakukan sebelum dan sesudah satu bulan latihan aerobik. Intervensi Latihan aerobik dimulai dengan pemanasan selama $\pm 10-15$ menit. Latihan inti berupa latihan sirkuit dengan gerakan: berjalan di tempat, naik turun tangga, *half squat jump*, *sit up*, *push up* dan *back up* selama 60 menit. Latihan aerobik diakhiri dengan pendinginan selama $\pm 10-15$ menit. Intervensi latihan aerobik dilakukan selama 4 minggu (12 sesi) yang terdiri atas 3 sesi / minggu, 75-90 menit / sesi dengan intensitas ringan (50-60% Target Hearth Rate).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara nilai pretest dan post test dari Body Mass Index dan Lingkar Pinggang pada kelompok latihan dan tidak ada perbedaan yang signifikan pada WHR, kadar kolesterol total, kolesterol HDL, kolesterol LDL dan trigliserida. Dapat disimpulkan bahwa Latihan aerobik selama 4 minggu memiliki pengaruh yang signifikan pada indeks antropometri seperti BMI dan Lingkar Pinggang, kecuali WHR dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap profil lipid.

Kata Kunci: Latihan Aerobik, Profil Lipid, Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang-Panggul

ABSTRACT

AMIRUDDIN ESO. *The Effects of Aerobic Exercise on Body Mass Index, Waist Circumstance, Waist to Hip Ratio (WHR) and Lipid Profile Level In Obese Adult* (supervised by A. Wardihan Sinrang and Irfan Idris)

The aim of the research is to analyze the changes in Body Mass Index, Waist Circumstance, Waist to Hip Ratio and blood lipid profile level before and after one-month aerobic exercise.

The Research was a Quasi-experimental study with a pretest - posttest control group design in 20 obese students. The Subjects were divided into two groups, i.e. intervention group (n = 11), and control group (n = 9). The research was conducted in Physiotherapy Department, Faculty of Medicine, Hasanuddin University. Anthropometric and laboratory examination of lipid profile were done before and after one-month aerobic exercise. Aerobic Exercise intervention began by warming up for \pm 10-15 minutes. Core exercises such as circuit training was done with the following exercises: walking in the place, up and down the stairs, half squat jumps, sit up, push up and back up for 60 minutes. Aerobic exercise is terminated by cooling down for \pm 10-15 minutes. Aerobic exercise intervention was carried out for four weeks (12 sessions) consisting of three sessions per week and 75-90 minutes per session with low intensity (50-60% Target Hearth Rate).

The results of the research indicate that there are significant differences ($p \leq 0,05$) between the value of pretest and post test of Body Mass Index and Waist Circumstance in exercise group but there is no significant difference in WHR, total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol and triglyseride level. It can be concluded that four-week aerobic exercise has a significant effect on Antropometric index such us BMI and Waist Circumstance except on WHR. It has no effect either on lipid profile.

Keyword : Aerobic Exercise, Lipid Profile, Body Mass Index, Waist Circumstance, Waist to Hip Ratio

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABLE.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Pertanyaan Penelitian	5
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Mengenai Latihan Aerobik.....	8
B. Tinjauan Mengenai Obesitas.....	13
C. Tinjauan Mengenai Indeks Antropometrik.....	19
D. Tinjauan Mengenai profil lipid.....	23
E. Tinjauan Mengenai Sistem Metabolik Otot Saat Latihan.....	26
F. Kerangka Teori.....	34
G. Kerangka Konsep.....	35
H. Hipotesis Penelitian.....	36
I. Alur Penelitian	38
J. Definisi Operasional	39

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian	42
B. Lokasi Dan Waktu Penelitian	43
C. Populasi Dan Teknik Sampel	43
D. Kriteria Inklusi Dan Eksklusi	44
E. Instrumen Pengumpulan Data	45
F. Analisis Data	49

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian.....	50
B. Pembahasan	61

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	67
B. Saran	68

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Jadwal Latihan Aerobik	48
2.	Karakteristik Sampel berdasarkan umur, BB, TB, IMT, LP, WHR dan Profil lipid	51
3.	Distribusi masing-masing kelompok berdasarkan kategori Nilai Rujukan Kolesterol Total	52
4.	Distribusi masing-masing kelompok berdasarkan kategori Nilai Rujukan Kolesterol LDL	52
5.	Distribusi masing-masing kelompok berdasarkan kategori Nilai Rujukan Kolesterol HDL	53
6.	Distribusi masing-masing kelompok berdasarkan kategori Nilai Rujukan Trigliserida	53
7.	Perubahan Index Massa Tubuh sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	54
8.	Perubahan Lingkar Pinggang sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	55
9.	Perubahan WHR sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	56
10.	Perubahan Kolesterol total sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	57
11.	Perubahan kolesterol LDL sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	58
12.	Perubahan kolesterol HDL sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	59
13.	Perubahan Trigliserida sebelum dan setelah latihan aerobik pada masing-masing Kelompok	60

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Hidrolisis Triasilgliserol (trigliserida) menjadi gliserol dan FFA	32
2.	Regulasi pemecahan lemak	33
3.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata Indeks Massa Tubuh pada masing-masing kelompok	54
4.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata Lingkar Pinggang pada masing-masing kelompok	55
5.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata WHR pada masing-masing kelompok	56
6.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata Kadar Kolesterol Total pada masing-masing kelompok	57
7.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata Kadar Kolesterol LDL pada masing-masing kelompok	58
8.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata Kadar Kolesterol HDL darah pada masing-masing kelompok	59
9.	Grafik yang menunjukkan perubahan Rerata Kadar Trigliserida pada masing-masing kelompok	60

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	<i>Ethical Clearance</i>	73
2.	<i>Informed Consent</i>	75
3.	Master Data Pengukuran Antropometrik dan Laboratorium	76
4.	Lembar Pengamatan pengukuran Sebelum Intervensi	78
5.	Lembar Pengamatan dan Pengukuran Setelah Intervensi	79
6.	Analisis Data SPSS	80
7.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	98

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ACSM	American College of Sports Medicine
DM	Diabetes Mellitus
FFA	Free Fatty Acid
HDL	High Density Lipoprotein
IMT	Indeks Massa Tubuh
Kemenkes	Kementerian Kesehatan
LDL	Low Density Lipoprotein
MHR	Maximal Hearth Rate
PJK	Penyakit Jantung Koroner
Riskesdas	Riset Kesehatan Dasar
SB	Simpang Baku
THR	Target Hearth Rate
VLDL	Very Low Density Lipoprotein
WHO	World Health Organization
WHR	Waist Hip Ratio

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Obesitas adalah akumulasi lemak tubuh yang berlebihan. Hal ini diduga terjadi akibat ketidak-seimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi (Guyton dan Hall, 2006). Prevalensi obesitas cenderung meningkat dan dinyatakan oleh *World Health Organization (WHO)* sebagai masalah kesehatan kronis terbesar pada orang dewasa (Soegih dan Wiramihardja, 2009). Berdasarkan data *WHO*, pada tahun 2008 terdapat 1,4 miliar orang dewasa (> 20 tahun) yang mengalami berat badan berlebih (*overweight*), dan lebih dari 200 juta laki-laki dan sekitar 300 juta wanita mengalami obesitas atau kegemukan (WHO, 2012).

Prevalensi obesitas di Indonesia berdasarkan Riset Kesehatan Dasar 2007 pada penduduk dewasa (berumur > 18 tahun) ada lah 21,7 % yang terdiri dari 10,0 % *overweight* dan 11,7 % obese. Prevalensi tertinggi untuk obesitas adalah di Propinsi Sulawesi Utara (37,1%) dan yang terendah di Propinsi Nusa Tenggara Timur (13,0%), sementara prevalensi obesitas di Sulawesi Selatan adalah 20,7 % yang terdiri dari 9,7 % *overweight* dan 11,0 % obese (Kemenkes, 2010).

Overweight dan obesitas termasuk lima besar penyebab kematian global. Sekitar 2,8 juta penduduk dewasa setiap tahunnya meninggal sebagai dampak dari *overweight* dan obesitas (WHO, 2012). Tingginya prevalensi obesitas dikaitkan dengan tingginya berbagai resiko penyakit seperti Diabetes Mellitus, batu empedu, penyakit kardiovaskuler, hipertensi, osteoarthritis dan kanker (Soegih dan Wiramihardja, 2009).

Indeks antropometrik seperti Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang (*Waist Circumstance*) dan Rasio Lingkar Pinggang –Panggul (*Waist to Hip Ratio/WHR*) masih digunakan dalam praktek klinis untuk mendiagnosa obesitas (Sabet et al., 2012). Selain itu, obesitas dapat ditentukan dengan pemeriksaan laboratorium profil lipid yang ditandai oleh abnormalitas tiga lipoprotein utama berupa; peningkatan kadar trigliserida, meningkatnya LDL kolesterol dan menurunnya HDL kolesterol, serta peningkatan kolesterol total (Ounis et al., 2008).

Pendekatan multifaktor dilakukan untuk penanganan obesitas. Pendekatan tersebut mencakup; modifikasi diet, latihan fisik (*exercise*), psikoterapi, penggunaan obat-obatan, akupunktur serta tindakan pembedahan (Soegih dan Wiramihardja, 2009).

Latihan aerobik diketahui memiliki banyak manfaat bagi kesehatan, diantaranya adalah : dapat membugarkan sistem kardiovaskuler, mempertahankan berat badan dan massa otot yang optimum, menurunkan lemak abdominal, memperbaiki sensitifitas insulin dan profil lipid (Saritas, 2012). Untuk mencapai hal ini, *ACSM (American College of*

Sports Medicine) menganjurkan agar hendaknya latihan fisik yang dilakukan tetap memperhatikan frekuensi, durasi dan intensitas latihan yakni frekuensi latihan selama 3-5 kali/minggu, intensitas ringan-sedang, durasi latihan 20-60 menit/sesi, dan jenis olahraga aerobik berupa senam, berjalan, dan bersepeda. (ACSM : 1998)

Latihan aerobik (*endurance training*) dapat menurunkan indeks massa tubuh, Lingkar Pinggang (*waist circumference*) dan *Waist to Hip Ratio (WHR)* sebagaimana dilaporkan oleh Sankhla et al (2008), Arazi et al (2011) dan Arslan (2011) pada penelitian yang dilakukan selama delapan minggu terhadap subjek baik yang normal, *overweight* maupun yang obese.

Penurunan kadar kolesterol total, Kolesterol LDL dan Trigliserida serta peningkatan kadar HDL kolesterol telah dilaporkan oleh Sankhla et al (2008) pada subjek orang dewasa berumur 20-40 tahun yang obese maupun normal setelah menjalani latihan aerobik selama 2 bulan (8 minggu), akan tetapi menurut Saritas (2012) latihan aerobik justru tidak menunjukkan perubahan yang bermakna pada total kolesterol dan trigliserida, terjadi penurunan HDL Kolesterol dan peningkatan LDL kolesterol pada dewasa muda aktif dalam periode yang sama. Sebaliknya, pada penelitian yang dilakukan oleh Narayani dan Raj (2010) pada mahasiswa wanita yang mengalami obesitas di India selama 6 minggu didapatkan perubahan yang bermakna terhadap kolesterol total dan HDL-kolesterol.

B. Rumusan Masalah

Prevalensi obesitas yang semakin meningkat disertai dengan peningkatan morbiditas dan mortalitas yang berkaitan dengannya. Berbagai penelitian eksperimental telah dilakukan terhadap subjek yang mengalami obesitas. Latihan aerobik dengan frekuensi, intensitas, durasi dan tipe serta model aerobik yang diintervensikan kepada subjek cukup beragam dan hasilnya pun bervariasi. Penelitian tentang hal ini di Indonesia masih jarang dilakukan sehingga belum ditemukan data yang cukup mengenai pengaruh latihan aerobik terhadap indeks antropometrik dan profil lipid pada orang dewasa yang mengalami obesitas, terutama jika latihan aerobik hanya dilakukan selama satu bulan (empat minggu). Dengan demikian masalah penelitian ini adalah apakah latihan aerobik selama satu bulan dapat berpengaruh terhadap Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang-Lingkar Panggul dan kadar profil lipid darah pada dewasa obese.

C. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut di atas, maka penelitian ini bermaksud untuk menjawab pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan Indeks Massa Tubuh sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?
2. Apakah terdapat perbedaan Lingkar Pinggang sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?
3. Apakah terdapat perbedaan Rasio Lingkar Pinggang –Lingkar Panggul sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?
4. Apakah terdapat perbedaan kadar kolesterol total sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?
5. Apakah terdapat perbedaan kadar kolesterol LDL sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?
6. Apakah terdapat perbedaan kadar kolesterol HDL sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?
7. Apakah terdapat perbedaan kadar trigliserida darah sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik?

D. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Diketuainya perubahan Indeks Antropometrik dan kadar profil lipid darah sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik.

2. Tujuan Khusus

- a. Diketuainya perbedaan Indeks Massa Tubuh sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
- b. Diketuainya perbedaan lingkaran pinggang sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
- c. Diketuainya perbedaan Rasio Lingkaran Pinggang–Lingkaran Panggul sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
- d. Diketuainya perbedaan kadar Kolesterol Total sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
- e. Diketuainya perbedaan kadar Kolesterol LDL sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
- f. Diketuainya perbedaan kadar Kolesterol HDL sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
- g. Diketuainya perbedaan kadar Trigliserida darah sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Segi Akademis : Memberikan dasar informasi ilmiah mengenai peranan latihan aerobik dalam memperbaiki profil lipid, penurunan Indeks Massa Tubuh, WHR dan Lingkar Pinggang terutama pada dewasa obese.
2. Segi Aplikasi Praktis : Sebagai salah satu dasar untuk tatalaksana obesitas dan upaya pencegahan terhadap risiko penyakit yang menyertainya.
3. Segi Penelitian : Sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya mengenai latihan aerobik kaitannya dengan profil lipid, Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang dan Waist Hip Ratio pada obesitas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Mengenai Latihan Aerobik

Aktifitas fisik adalah seluruh kegiatan yang dapat meningkatkan penggunaan energi / kalori oleh tubuh (Afriwardi, 2011). Jumlah aktifitas fisik sangat bervariasi pada tiap individu sehingga hal ini menjadi pertimbangan dalam asupan tiap individu untuk mempertahankan keseimbangan energi. (Guyton dan Hall, 2006)

Menurut Soegih dan Wiramihardja (2009) terdapat tiga komponen dari aktifitas fisik antara lain : 1) Aktifitas yang dilakukan selama bekerja / berhubungan dengan pekerjaan, 2) Aktifitas yang dilakukan di rumah, merupakan bagian dari aktifitas sehari-hari, dan 3) Aktifitas fisik di saat senggang, selain pekerjaan dan aktifitas harian, termasuk disini adalah :

- a. Latihan fisik adalah kegiatan terstruktur yang dilakukan untuk meningkatkan kebugaran
- b. Olahraga kompetisi yang dilakukan sebagai suatu profesi atau pekerjaan.

Olahraga (*sport*) merupakan serangkaian aktifitas fisik yang terstruktur mengacu pada aturan-aturan atau kaidah-kaidah tertentu namun tidak terikat pada intensitas dan waktunya. (Afriwardi, 2011)

Latihan (*exercise*) merupakan serangkaian aktifitas yang terstruktur dan berirama dengan intensitas tertentu dalam jangka waktu tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan kesegaran jasmani (Afriwardi, 2011).

Secara umum aktifitas fisik dalam olah raga menurut Irawan (2007) terbagi dua:

1. Aerobik

Aerobik adalah olahraga yang dilakukan secara teratur dan terus menerus dimana kebutuhan oksigen masih dapat dipenuhi oleh tubuh, misalnya berjalan kaki, jogging, maraton dan bersepeda jarak jauh. Aktifitas ini biasanya dalam intensitas rendah dan sedang yang dapat dilakukan secara kontinyu dalam waktu yang cukup lama.

2. Anaerobik

Anaerobik adalah olahraga dimana kebutuhan oksigen tidak dapat dipenuhi seluruhnya oleh tubuh, misalnya angkat besi, lari sprint 100 meter, tenis lapangan dan bulu tangkis.

American College of Sport medicine (1998) telah merekomendasikan suatu latihan yang sesuai untuk mempertahankan kebugaran kardiorespirasi, komposisi tubuh, kekuatan dan ketahanan otot serta fleksibilitas pada dewasa sehat yakni :

1. Frekuensi : olahraga sebaiknya dilakukan 3-5 kali/minggu
2. Intensitas : intensitas ringan dan sedang yaitu 60%-70% *Maximum Heart Rate (MHR)*

3. *Time (durasi)* : 30-60 menit
4. Tipe (jenis) : olahraga aerobik (*endurance*) untuk meningkatkan kemampuan kardiorespirasi seperti jalan, jogging, berenang, senam dan bersepeda.

Latihan aerobik berupa latihan sirkuit (*circuit training*) merupakan suatu metode Latihan yang dirancang untuk memperbaiki mobilitas, kekuatan fisik dan stamina. Program ini terdiri dari beberapa stasiun dimana atlet dipersiapkan untuk melakukan latihan pada waktu tertentu sebelum berpindah ke stasiun yang lain (Bowers dan Fox, 1988).

Latihan sirkuit seharusnya disusun sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh tujuan yang diharapkan. Beberapa contoh latihan sirkuit yang melibatkan anggota tubuh sebagai berikut: (Mackenzie, 1997)

1. Tubuh bagian atas (*upper body*) misal ; *press ups, pull ups, bench dips* dan *bench lift*.
2. Badan dan punggung (*core and trunk*) misal ; *back extension chest raise/back up*.
3. Tubuh bagian bawah : *squat jumps, step ups*
4. Seluruh tubuh (*total body*); misal *treadmills*

Latihan sirkuit dapat didesain untuk meningkatkan kekuatan, daya otot dan ketahanan otot, fleksibilitas serta ketahanan kardiorespirasi. Efek fisiologis dari latihan ini tergantung pada tipe sirkuit yang disusun. Jika desainnya adalah latihan pembebanan, maka hal ini akan meningkatkan kekuatan, daya otot dan ketahanan otot, sedikit berpengaruh terhadap

ketahanan kardiorespirasi. Sebaliknya jika desain latihannya berupa *endurance training* misalnya ; berlari, berenang atau bersepeda, maka hal ini dapat meningkatkan ketahanan kardiorespirasi. (Bowers dan Fox, 1988)

Hal-hal yang perlu diperhatikan setiap kali melakukan olahraga adalah pemanasan, latihan inti, pendinginan dan stretching (Soegondo, 2011).

1. Pemanasan (*warm up*)

Dilakukan sebelum memasuki latihan inti dengan tujuan mempersiapkan berbagai sistem tubuh sebelum memasuki latihan yang sebenarnya. Lama pemanasan cukup 5-10 menit. (Soegondo, 2011).

Ada beberapa alasan perlunya pemanasan sebelum latihan inti :
(Fox dan Bowers, 1988)

1. Pemanasan dapat meningkatkan curah jantung (Cardiac Output) sehingga darah mengalir dengan cepat pada area tubuh yang terlibat dalam aktifitas olah raga.
2. Pemanasan dapat meningkatkan temperatur tubuh dan otot, memacu aktifitas enzim yang dapat meningkatkan metabolisme otot skelet, meningkatkan jumlah darah dan oksigen yang menuju ke otot skelet serta memperbaiki kontraksi waktu refleks otot skelet.
3. Pemanasan dapat mencegah kekurangan aliran darah ke jantung yang sangat berbahaya terutama pada latihan yang berat
4. Mencegah terjadinya cidera otot dan persendian.

2. Latihan inti (*Conditioning*)

Dalam praktek latihan sehari-hari Denyut Nadi sering dipakai sebagai standar untuk intensitas latihan. Alasannya adalah ditemukannya korelasi linear antara Denyut nadi dan intensitas latihan. Untuk latihan endurance (aerobik) dapat dikatakan bahwa stimulus latihan yang terbaik diperoleh pada suatu intensitas dimana sistem pengangkutan oksigen yang lengkap diaktifkan hingga maksimum, sementara akumulasi laktat dalam otot belum tercapai. Rentang intensitas ini juga dinamakan zona jalur aerobik-anaerobik. (Janssen, 1993).

Waktu ideal untuk mengukur Denyut nadi istirahat (Resting Heart Rate) adalah pada pagi hari setelah bangun tidur dan duduk selama beberapa menit. Denyut nadi dapat ditentukan dengan meraba arteri radial atau arteri karotis. Denyut nadi Maksimal diukur dengan menggunakan rumus :

$$\text{MHR} = 220 - \text{Umur}$$

Untuk latihan aerobik titik awal yang dapat diterapkan pada seorang atlet berlatih pada intensitas yang cukup untuk meningkatkan HR sampai maksimal 80-85% MHR. (Bowers dan Fox, 1988)

3. Pendinginan (*Cooling-down*)

Dilakukan untuk mencegah penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan nyeri pada otot sesudah berolahraga. Dilakukan untuk melemaskan dan melenturkan otot-otot yang masih teregang dan lebih elastis.

B. Tinjauan Mengenai Obesitas

1. Etiologi Obesitas

Obesitas timbul sebagai akibat masukan energi yang melebihi pengeluaran energi. Bila energi dalam jumlah yang besar dalam bentuk makanan yang masuk dalam tubuh melebihi jumlah yang dikeluarkan, berat badan akan bertambah, dan sebagian besar kelebihan energi tersebut akan disimpan sebagai lemak. Oleh karena itu kelebihan adipositas (obesitas) disebabkan masukan energi melebihi pengeluaran energi. (Guyton dan Hall, 2006)

Ketidak seimbangan energi tersebut diakibatkan oleh perilaku (perilaku makan dan aktifitas yang cenderung duduk bermalas-malasan) dan fisiologi (metabolisme istirahat dan pengeluaran energi ketika melakukan aktifitas). Kedua hal ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. (Spearkman, 2003)

a. Faktor Genetik

Dalam setiap masyarakat dan sub-populasi, subjek yang obes dan non-obes itu tetap ada. Perbedaan tersebut terutama akibat faktor genetik sebagaimana dibuktikan dengan heritabilitas yang tinggi. (Spearkman, 2003)

Pada manusia, mutasi autosom resesif pada gen leptin, reseptor leptin, reseptor melanokortin-4, pro-opiomelanocortin (POMC) dan pada gen PPAR- γ merupakan onset terjadinya obesitas. (Soegih dan Wiramiharja, 2009) Selain itu, peranan insulin sebagai hormon anabolik,

kortisol, neuropeptida Y dan Ghrelin serta neuroepinefrin, serotonin, Interleukin-6 dan TNF alfa diduga berperan penting dalam perkembangan obesitas. (Wilborn, 2005)

b. Faktor Lingkungan

Perubahan lingkungan yang berkontribusi secara langsung terhadap peningkatan prevalensi obesitas mencakup : (Labib, 2003)

1. Penurunan pengeluaran energi yang disebabkan oleh kemajuan teknologi dan gaya hidup/prilaku bermalas-malasan (*sedentary*)
2. Meningkatnya ketersediaan makanan dengan harga terjangkau, lemak tinggi dan makanan dengan energi yang padat.

Peningkatan secara dramatis jumlah orang yang obese pada masyarakat Barat mencerminkan bahwa peningkatan tersebut sebagian besar akibat faktor perubahan lingkungan, berkurangnya aktivitas dan mungkin juga akibat meningkatnya asupan makanan. (Spearkman, 2003)

Pengeluaran energi (*energy expenditure*) oleh tubuh secara fisiologis terdiri dari 3 komponen : (Fox, 2003)

1. Laju metabolisme basal / *Basal Metabolic Rate* ; energi yang dikeluarkan pada saat istirahat yang mana seseorang berada dalam kondisi suhu 28°C dan tidak makan selama 8-12 jam. Diperkirakan sekitar 60% dari total pengeluaran energi.
2. Termogenesis Adaptif/*Termic Effect of Food (TEF)* : Energi panas yang dikeluarkan untuk merespon perubahan temperature dan

pada saat proses pencernaan dan penyerapan makanan. Sekitar 10% dari total pengeluaran energi

3. Aktifitas Fisik : meningkatkan laju metabolisme dan pengeluaran energi oleh otot skelet. Kontribusinya terhadap total pengeluaran energi bervariasi tergantung pada tipe dan intensitas aktifitas fisik tersebut.

2. Patofisiologi obesitas

Secara embriologis, sel lemak (adiposit) berasal dari sel mesenkimal. Sel mesenkimal juga merupakan asal dari pembuluh darah, kardiomyosit, osteosit dan kondrosit. Jumlah adiposit tergantung pada keseimbangan antara proses adipogenesis dan apoptosis, dimana sekitar 10% sel lemak diperbaharui pada saat dewasa dan pada seluruh level Indeks Massa Tubuh. (Bays, 2011)

Adipositas/obesitas adalah berlebihnya jaringan adiposa. Adipositas merupakan tanda terjadinya overweight atau obese. Adiposopati (*sick fat*) didefinisikan sebagai suatu keadaan patologik berupa gangguan anatomik/fungsional yang dipicu oleh keseimbangan energi positif, baik yang disebabkan oleh faktor genetik maupun oleh faktor lingkungan pada individu tertentu yang mengakibatkan respon imun dan endokrin yang negatif yang mana secara langsung meningkatkan kejadian penyakit Kardiovaskuler dan juga menyebabkan atau memperburuk penyakit metabolik.

Jika keseimbangan energi tubuh positif (berlebih), adiposit secara normal mengalami hipertropi, sehingga menimbulkan sinyal seluler untuk pembentukan, proliferasi dan diferensiasi sel lemak yang baru. Sebaliknya, jika adipogenesis gagal, yang mana adiposit tidak adekuat untuk berproliferasi dan berdiferensiasi maka akan terjadi lipodistropi. Singkatnya, keseimbangan energi positif dapat menyebabkan beberapa tahapan proses adipogenesis terganggu (rekrutmen, proliferasi dan diferensiasi) yang memicu respon imun dan endokrin yang patologis yang berkontribusi pada penyakit metabolik terutama pada individu yang secara genetik dan lingkungan mendukung. (Bays, 2011)

Hipertropi adiposit yang berlebihan dapat mengganggu fungsi organel sel lemak menyebabkan sel adiposit menjadi sakit/*adiposopati*. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya marker stress Retikulum endoplasma. Peningkatan marker stress RE adiposit berkaitan dengan inflamasi, disfungsi seluler dan penyakit metabolik. Mitokondria merupakan organel yang mengandung enzim dan bertanggung-jawab dalam transformasi nutrien menjadi energi dengan memproduksi ATP. Meningkatnya marker stress mitokondria sel adiposit berkaitan dengan obesitas, resistensi insulin dan DM tipe 2. (Bays, 2011)

Pada keadaan adiposopati, adiposit tidak dapat menyimpan energi yang berlebihan (terutama dalam bentuk trigliserida), sehingga Free Fatty Acid (FFA) dalam sirkulasi meningkat dan menyebabkan gangguan pada organ *non-adiposa tissue* seperti hati, otot, pankreas dan pembuluh darah.

Konsekuensinya, terjadi lipotoksisitas metabolik mencakup gangguan pada metabolisme glukosa dan metabolisme lemak serta peninggian tekanan darah. (Bays, 2011)

Keuntungan klinik dari adipositas tidak hanya tentang bagaimana lemak tersebut disimpan, akan tetapi dimana lemak tersebut tersimpan. Lemak tubuh tersimpan pada organ visceral (*Visceral Adipose tissue*) yakni sekitar 20% dari total lemak tubuh dan sebagian besar jaringan adiposa (80%) tersimpan di bawah kulit /subkutan (*Subcutaneous Adipose Tissue*). Sebagian besar FFA dalam sistem portal berasal dari jaringan adiposa subkutan, yang mana berkontribusi terhadap efek lipotoksik pada hati dengan konsekuensi klinis berupa hiperglikemia dan dislipidemia. (Bays, 2011)

3. Konsekuensi Obesitas

Konsekuensi medis dari obesitas berupa terjadinya resiko penyakit kardiovaskuler, PJK, Hipertensi dan Penyakit Jantung kongektif. Aritmia, stroke, penyakit vaskuler perifer, diabetes, penyakit batu empedu, gangguan tidur, artritis dan kematian mendadak telah banyak dilaporkan sebagai konsekuensi obesitas. (Wilborn, 2005)

Selain konsekuensi medis, konsekuensi psikososial juga terjadi dan dialami oleh penderita obese, yakni berupa : disabilitas dan keterbatasan fungsi dalam kehidupan sehari-hari, gangguan sistem muskuloskeletal penurunan kualitas hidup dan sebagainya. (Wilborn, 2005)

4. Diagnosis obesitas

Diagnosa obesitas dapat dilakukan seperti halnya diagnosa penyakit lainnya, yakni diawali dengan anamnesis dan setelah itu dilakukan pemeriksaan fisik dan laboratorium. Pada anamnesis dilakukan identifikasi kejadian tertentu yang berhubungan dengan peningkatan berat badan. Pola makan, pola aktifitas, penggunaan obat-obatan, berhenti merokok juga diidentifikasi. Pemeriksaan fisik meliputi : tanda-tanda vital yang meliputi nadi, tekanan darah, tanda-tanda dispnu, denyut jantung yang tidak teratur, BB, TB, Indeks Massa Tubuh dan Lingkar pinggang. (Soegih dan Wiramihardja, 2009)

5. Penanganan obesitas

Ada beberapa metode yang digunakan dalam penanganan obesitas : (Soegih dan Wiramihardja, 2009)

1. Terapi Utama ; terapi yang harus dilakukan dan sebaiknya dijalankan bersamaan :
 - Diet terapi
 - Latihan fisik (*exercise*)
 - Perubahan prilaku
2. Terapi Medis ; diberikan pada penderita obese yang disertai oleh satu atau lebih komorbid, misalnya DM dan PJK
3. Terapi Pendampingan
 - Farmakoterapi
 - Akupunktur

- Tindakan bedah
- Tindakan non bedah

C. Tinjauan Mengenai Indeks Antropometrik

1. Berat Badan.

Komposisi tubuh manusia terdiri dari dua kompartemen : Massa Lemak (*Fat mass*) dan Massa tanpa Lemak (*Fat Free Mass/FFM*). Lemak tubuh terdiri dari dua tipe : 1) Lemak esensial, berkaitan dengan sumsum tulang, sistem saraf pusat, organ dalam (*viscera*) dan membran sel, dan 2) Lemak yang tersimpan (*storage fat*) yakni lemak (trigliserida) yang tersimpan dalam jaringan adiposa. *Fat Free Mass* menyusun rangka, otot, jaringan konektif, organ, kulit, tulang dan cairan tubuh. *Fat Free mass* dan *Fat mass* juga mengalami perubahan dalam proses penurunan berat badan. Hal ini tergantung pada komposisi tubuh sebelumnya. (Abdel Hamid, 2002)

Prosedur pengukuran Berat badan pada orang dewasa sebagai berikut : (Soegih dan Wiramihardja, 2009)

- a. Dilakukan setelah kandung kemih dikosongkan dan sebelum makan
- b. Timbangan yang dipakai beam balance atau timbangan digital lainnya
- c. Subjek memakai pakaian seringan mungkin
- d. Timbangan ditempatkan pada permukaan yang datar

- e. Subjek berdiri dengan kepala tegak.

2. Tinggi Badan.

Prosedur pengukuran TB pada orang dewasa adalah sebagai berikut :

- a. Mikrotis digantungkan pada dinding yang tegak lurus dan datar setinggi 2 meter dan lantai yang datar
- b. Subjek melepaskan alas kaki
- c. Saat pengukuran posisi kepala subjek menghadap ke depan, kaki rapat, tulang belikat pinggul dan bahu menempel ke dinding. Kedua lengan tergantung bebas di samping tubuh.
- d. Bagian yang bergerak dari Mikrotis diturunkan perlahan-lahan hingga menyentuh bagian atas kepala
- e. Pengukuran dilakukan saat inspirasi maksimal

3. Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh digunakan untuk menilai komposisi lemak tubuh. Indeks Massa Tubuh dapat dihitung sebagai :

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (dalam kg)}}{\text{Tinggi Badan (dalam m}^2\text{)}}$$

Secara klinis, IMT yang bernilai antara 25 dan 29,9 kg/m² disebut *overweight* dan nilai BMI lebih dari 30 kg/m² disebut *obese* (Guyton dan Hall, 2006). Menurut WHO (2002), klasifikasi obesitas dewasa berdasarkan nilai BMI sebagai berikut:

BB kurang, BMI < 18,5

BB normal,	BMI	18,50-24,99
BB lebih,	BMI	≥ 25,00
Obese derajat I,	BMI	30-34,99
Obese derajat II,	BMI	35,00-39,99
Obese derajat III,	BMI	≥ 40

Meskipun definisi ini telah diadopsi oleh WHO, namun diakui ada beberapa masalah dengan indeks ini. Secara khusus, hal ini tidak mencerminkan perubahan lemak tubuh jika tinggi badan seseorang berubah dari waktu ke waktu. Akibatnya, IMT 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. Pada orang dewasa pada umumnya korelasi IMT dengan kegemukan tubuh cukup erat, terutama jika dikombinasikan dengan pengukuran seperti lingkaran pinggang. (Sparkman, 2003)

Indeks Massa Tubuh juga tidak dapat diseragamkan antara orang Asia dan Non-Asia dalam menentukan derajat obesitas seseorang. (Arisman, 2010) Klasifikasi Indeks Massa Tubuh, Lingkaran Pinggang dan Rasio Lingkaran Pinggang-Lingkaran Panggul untuk etnis Asia sebagai berikut : (WHO, 2000)

Indeks Massa Tubuh (IMT)

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

Lingkar Pinggang (cm)

Laki-laki > 90 cm

Perempuan > 80 cm

Rasio Lingkar Pinggang-Lingkar Panggul (WHR)

Laki-laki < 1,0

Perempuan < 0,9

4. Lingkar Pinggang.

Pengukuran lingkar pinggang dilakukan untuk menentukan obesitas sentral. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan pita plastik di daerah setinggi umbilikus atau pada titik tengah antara tulang iga paling bawah dan puncak tulang iliaka.

5. Waist to Hip Ratio (WHR).

WHR digunakan untuk menentukan adanya lemak di daerah abdomen. Rasio ini diperoleh dengan membagi Lingkar Pinggang dengan Lingkar Panggul. Pengukuran lingkar panggul dilakukan di lingkaran terbesar panggul dan pasien berdiri tegak, kedua tangan di samping tubuh dan kaki dirapatkan. (Soegih dan Wiramihardja, 2009)

D. Tinjauan mengenai Profil Lipid

Kebutuhan energi sehari-hari pada manusia terpenuhi dari karbohidrat (40-60%), lipid (terutama triasil gliserol, 30-40%) dan protein (10-15%). (Murray, 2006)

Lipid dalam makanan terutama berupa triasil gliserol dan mengalami hidrolisis menjadi monoasil gliserol dan asam lemak di usus yang kemudian mengalami reesterifikasi di mukosa usus. Di sini, lipid ini dikemas bersama protein dan disekresikan ke dalam sistem limfe lalu ke aliran darah sebagai kilomikron. (Murray, 2006)

Lipid plasma terdiri dari triasilgliserol (trigliserida) sebanyak 16%, fosfolipid (30%), kolesterol (14%) dan ester kolesterol (36%) serta sedikit asam lemak rantai panjang tak teresterifikasi (Asam lemak bebas/FFA) sebanyak 4%. Asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) secara metabolik adalah lemak plasma yang paling aktif. (Murray, 2006)

1. Lipoprotein

Pada keadaan setelah penyerapan, setelah semua kilomikron dikeluarkan dari darah, lebih dari 95% lipid dalam plasma dalam bentuk lipoprotein. Lipoprotein merupakan partikel kecil, lebih kecil dari kilomikron, mengandung trigliserida, kolesterol, fosfolipid dan protein. (Guyton dan Hall, 2006)

Selain kilomikron, ada 4 tipe utama lipoprotein yang diklasifikasikan berdasarkan densitasnya yang diukur dengan ultrasentrifugasi : (Guyton dan Hall, 2006)

- 1) lipoprotein berdensitas sangat rendah (*very low density lipoprotein*) mengandung konsentrasi trigliserida yang tinggi dan konsentrasi sedang kolesterol dan fosfolipid.
- 2) lipoprotein berdensitas sedang (*intermediate Density lipoprotein*)
- 3) lipoprotein berdensitas rendah (*low density lipoprotein*)
- 4) lipoprotein berdensitas tinggi (*High density lipoprotein*)

Hampir semua lipoprotein dibentuk di hati. Selain itu sejumlah kecil lipoprotein berdensitas tinggi juga disintesis di epitel usus selama absorpsi asam lemak dari usus. Fungsi utama lipoprotein adalah untuk mengangkut komponen lipid dalam darah. Lipoprotein yang berdensitas sangat rendah mengangkut trigliserida yang disintesis dalam hati terutama ke jaringan adiposa, sedangkan lipoprotein yang lain terutama penting dalam berbagai tahap transport fosfolipid dan kolesterol dari hati ke jaringan perifer atau dari jaringan perifer kembali ke hati. (Guyton dan Hall, 2006)

2. Trigliserida

Sejumlah besar lemak disimpan dalam dua jaringan tubuh utama yakni jaringan adiposa dan hati. Fungsi utama jaringan adiposa adalah menyimpan trigliserida sampai diperlukan untuk membentuk energi dalam tubuh, sedangkan fungsi yang lain adalah sebagai penyekat panas untuk tubuh. (Guyton dan Hall, 2006)

Jaringan adiposa menjadi tempat penyimpanan utama trigliserida (triasil gliserol) dalam tubuh (Murray, 2006). Trigliserida berjumlah sebesar 80-95% dari keseluruhan volume sel (Guyton dan Hall, 2006). Pembawa utama trigliserida dalam plasma adalah kilomikron dan Very Low Density Lipoprotein/VLDL (Murray, 2006).

Untuk menyimpan lemak trigliserida, adiposit (jaringan adiposa) memproduksi dan mensekresi molekul pengatur dan yang paling penting adalah leptin, suatu hormon yang memberikan sinyal ke hipotalamus mengenai jumlah cadangan lemak. (Fox, 2003 : 606)

3. Fosfolipid

Fosfolipid dalam tubuh terutama dalam bentuk lesitin, sefalin dan sfingomielin. Semua bentuk fosfolipid larut dalam lemak, yang ditranpor dalam lipoprotein, dipakai pada seluruh tubuh terutama oleh membran sel. Fosfolipid dibentuk di seluruh tubuh terutama oleh hati (sekitar 90%) juga dibentuk oleh sel epitel usus selama absorpsi lipid dalam usus. Fosfolipid merupakan unsur penting lipoprotein dalam darah. Jika fosfolipid tidak ada, maka akan terjadi gangguan transpor kolesterol dan lipid yang serius. (Guyton dan Hall, 2006)

4. Kolesterol

Kolesterol diabsorpsi setiap hari dari saluran cerna yang disebut *kolesterol eksogen* yang mana jumlahnya lebih besar dari yang dibentuk dalam tubuh yakni *kolesterol endogen*. (Guyton dan Hall, 2006). Kolesterol

terdapat di jaringan dan plasma sebagai kolesterol bebas atau dalam bentuk ester kolesterol. Kolesterol eksogen terdapat dalam makanan yang berasal dari hewan seperti kuning telur, daging, hati dan otak. (Murray, 2006).

LDL merupakan lipoprotein yang membawa kolesterol ke dalam sirkulasi. Sekitar 50-60% kolesterol ditranspor ke dalam jaringan oleh LDL. Beberapa penelitian menunjukkan adanya kontribusi langsung LDL terhadap perubahan seluler dari dinding arteri yang mengarah pada perkembangan plak arteriosklerosis. Oleh karena itu LDL kolesterol diduga berhubungan dengan Penyakit Jantung Koroner. Sebaliknya HDL kolesterol berfungsi sebagai protektor terhadap perkembangan PJK. HDL kolesterol berfungsi mentranspor kolesterol dari jaringan dan darah ke dalam hati untuk diekskresi dari tubuh atau disintesis menjadi asam empedu. (Azizi, 2011)

E. Tinjauan Mengenai Sistem Metabolik Otot saat Latihan

Sumber energi utama bagi tubuh adalah karbohidrat, protein dan lemak. Energi yang berasal dari oksidasi karbohidrat, protein dan lemak tersebut digunakan untuk mengubah ADP (Adenosin Difosfat) menjadi ATP (Adenosin Trifosfat) yang selanjutnya digunakan dalam berbagai reaksi tubuh untuk : (Guyton dan Hall, 2006)

1. Transpor aktif molekul melalui membran sel
2. Kontraksi otot dan kerja mekanik

3. Reaksi sintetik molekul esensial, produksi hormon, membran sel
4. Konduksi impuls saraf
5. Pertumbuhan dan pembelahan sel
6. Fungsi lain yang diperlukan untuk mempertahankan hidup.

Sumber energi yang digunakan dalam kontraksi otot adalah ATP. Jumlah ATP yang terdapat di dalam otot, bahkan di dalam otot seorang atlet yang terlatih dengan baik, hanya cukup untuk mempertahankan daya otot yang maksimal selama kira-kira 3 detik. (Guyton dan Hall, 2006) Karena ATP merupakan satu-satunya sumber energi yang secara langsung digunakan untuk berbagai aktifitas, maka agar aktifitas kontraksi dapat berlanjut, ATP harus terus menerus diberikan. Karena persediaan ATP di jaringan otot terbatas oleh karena itu pada otot terdapat beberapa jalur khusus yang memberikan tambahan ATP selama kontraksi otot. (Sherwood, 2011)

Dalam otot terdapat sistem metabolik dasar yang sama seperti dalam semua bagian tubuh yang lain. Sistem tersebut adalah sistem energi fosfokreatin-kreatin, sistem glikogen-asam laktat dan sistem aerobik. (Guyton dan Hall, 2006)

1. Sistem Fosfokreatin-Kreatin

Kreatin fosfat merupakan sumber energi pertama yang digunakan pada awal aktifitas kontraksi. Seperti halnya ATP, kreatin fosfat mengandung 1 gugus fosfat berenergi tinggi yang dapat diberikan langsung pada ADP untuk membentuk ATP. Reaksi pembentukan ADP

menjadi ATP dibantu oleh enzim kreatin kinase yang mana reaksi ini bersifat reversibel. (Sherwood, 2011)

Pada saat awal kontraksi, ketika ATP miosin menguraikan cadangan ATP maka terjadi penurunan ATP sehingga terjadi pemindahan gugus fosfat berenergi tinggi dari kreatin fosfat yang tersimpan menjadi ATP. Pada saat istirahat, sebagian besar energi disimpan dalam otot dalam bentuk kreatin fosfat, oleh karena itu kreatin fosfat jumlahnya 5 kali lebih banyak daripada ATP. (Sherwood, 2011)

Suatu karakteristik khusus dari energi yang dihantarkan oleh fosfokreatin ke ATP bahwa penghantaran tersebut terjadi dalam waktu singkat. Oleh karena itu semua energi yang tersimpan dalam fosfokreatin otot dengan segera tersedia untuk kontraksi otot. (Guyton dan Hall, 2006)

2. Sistem Glikogen-Asam laktat

Glikogen yang tersimpan dalam otot mengalami glikolisis dimana glikogen dipecah menjadi glukosa. Proses glikolisis ini terjadi tanpa bantuan oksigen sehingga disebut metabolisme anaerob (Guyton dan Hall, 2006). Selama latihan, asam laktat yang dihasilkan oleh otot skelet dari proses glikolisis diteruskan ke dalam hati untuk kemudian mengalami glukoneogenesis membentuk glukosa. Glukosa yang terbentuk berfungsi sebagai sumber energi selama latihan dan dapat digunakan untuk membantu berkurangnya glikogen otot setelah latihan. Siklus ini biasa disebut Siklus Cori. (Fox, 2003)

3. Sistem Aerobik

Jika aktifitas kontraksi otot berlangsung terus menerus, maka otot beralih ke jalur alternatif lainnya yakni sistem fosforilasi oksidatif atau biasa juga disebut dengan sistem aerobik. (Sherwood, 2011) Sistem aerobik merupakan oksidasi bahan makanan di dalam mitokondria untuk menghasilkan energi. Bahan makanan tersebut yakni glukosa, asam lemak dan asam amino. (Guyton dan Hall, 2006)

Fosforilasi oksidatif berlangsung dalam mitokondria otot jika tersedia cukup oksigen. Simpanan lemak dalam otot dan jaringan adiposa mengalami oksidasi membentuk asam lemak melewati aliran darah ke serat otot yang selanjutnya mengalami fosforilasi oksidatif membentuk ATP. Glukosa yang berasal dari glikogen hati dan otot yang mengalami glikolisis langsung membentuk ATP ketika tidak tersedia oksigen, tetapi jika tersedia oksigen, glukosa masuk ke dalam siklus asam piruvat mengalami fosforilasi membentuk ATP. Proses fosforilasi oksidatif dari asam amino jarang terjadi. (Sherwood, 2011)

Dari ketiga jalur penghasil ATP maka pembentukan daya maksimum untuk suplai energi yang dihasilkan sebagai berikut : Sistem Fosfagen (Fosfokreatin-kreatin) sebanyak 4 mol ATP/menit, Sistem Glikogen- Asam Laktat sebanyak 2,5 mol ATP/menit dan Sistem Aerobik 1 mol ATP/menit. Dan jika dilihat dari segi ketahanan, maka: Sistem Fosfagen bisa tahan 8-10 detik, Sistem glikogen asam laktat 1,3-1,6

menit, sedangkan sistem aerobik tidak terbatas sepanjang masih tersedia nutrisi. (Guyton dan Hall, 2006).

Sumber energi utama selama latihan adalah lemak (trigliserida) dan karbohidrat (glikogen dan glukosa) yang tersimpan dalam tubuh. Glikogen yang tersimpan dalam otot dan hati penting untuk mengurangi kelelahan dan memperbaiki kinerja atlet. Latihan aerobik dapat meningkatkan kecepatan oksidasi lemak sehingga mereka dapat berlatih lebih lama sebelum menjadi lelah akibat kekurangan glikogen. (Coyle, 1995)

Tahap awal metabolisme lemak selama latihan adalah melalui pemecahan simpanan lemak yang terdapat dalam tubuh yaitu trigliserida. Trigliserida di dalam tubuh yang tersimpan dalam jaringan adiposa serta di dalam sel-sel otot (trigliserida intramuskular) melalui proses lipolisis dikonversi menjadi menjadi 3 molekul Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) dan 1 molekul gliserol. Proses ini disebut "*lipolisis*". (Irawan, 2007) Gliserol bersifat larut dalam air sehingga berdifusi secara bebas ke dalam darah. Sementara Asam lemak bebas tidak larut dalam air, sehingga membutuhkan protein transpor (albumin) untuk dimobilisasi ke seluruh sel dan di dalam pembuluh darah. (Coyle, 1995) Kedua molekul yang dihasilkan melalui proses lipolisis tersebut menempuh jalur yang berbeda dalam tubuh. Gliserol yang terbentuk akan masuk ke dalam siklus metabolisme untuk diubah menjadi glukosa atau juga asam piruvat. Sedangkan asam lemak yang terbentuk akan menghasilkan ATP melalui proses β -oksidasi di dalam mitokondria sel. (Irawan, 2007)

Pemecahan lemak terdiri dari empat tahap sebagai berikut : (Lim, 2007)

1. Hidrolisis Triglicerida dengan bantuan enzim lipase (lipolisis)

Lipolisis terjadi di dalam sitosol sel adiposa. Hidrolisis Triglicerida menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas (*free fatty acid*). Gliserol kemudian mengalami fosforilasi dan oksidasi menjadi dihidroksi aseton fosfat yang selanjutnya menempuh jalur glukoneogenesis menjadi piruvat atau glukosa di hati. Sedangkan Free fatty acid melalui aliran darah berikatan dengan albumin dalam plasma darah dimobilisasi ke hati dan otot untuk dioksidasi.

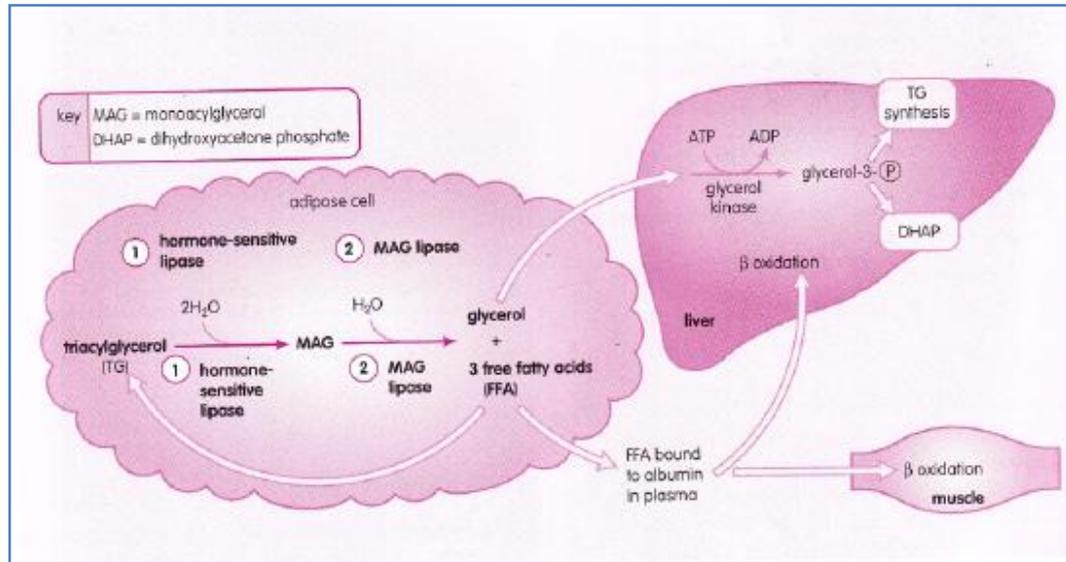
2. Pengaktifan asam lemak

Sebelum dioksidasi, Asam lemak diaktifkan melalui perlengketannya dengan CoA membentuk molekul acyl CoA dalam sitosol.

3. Transpor ke dalam mitokondria

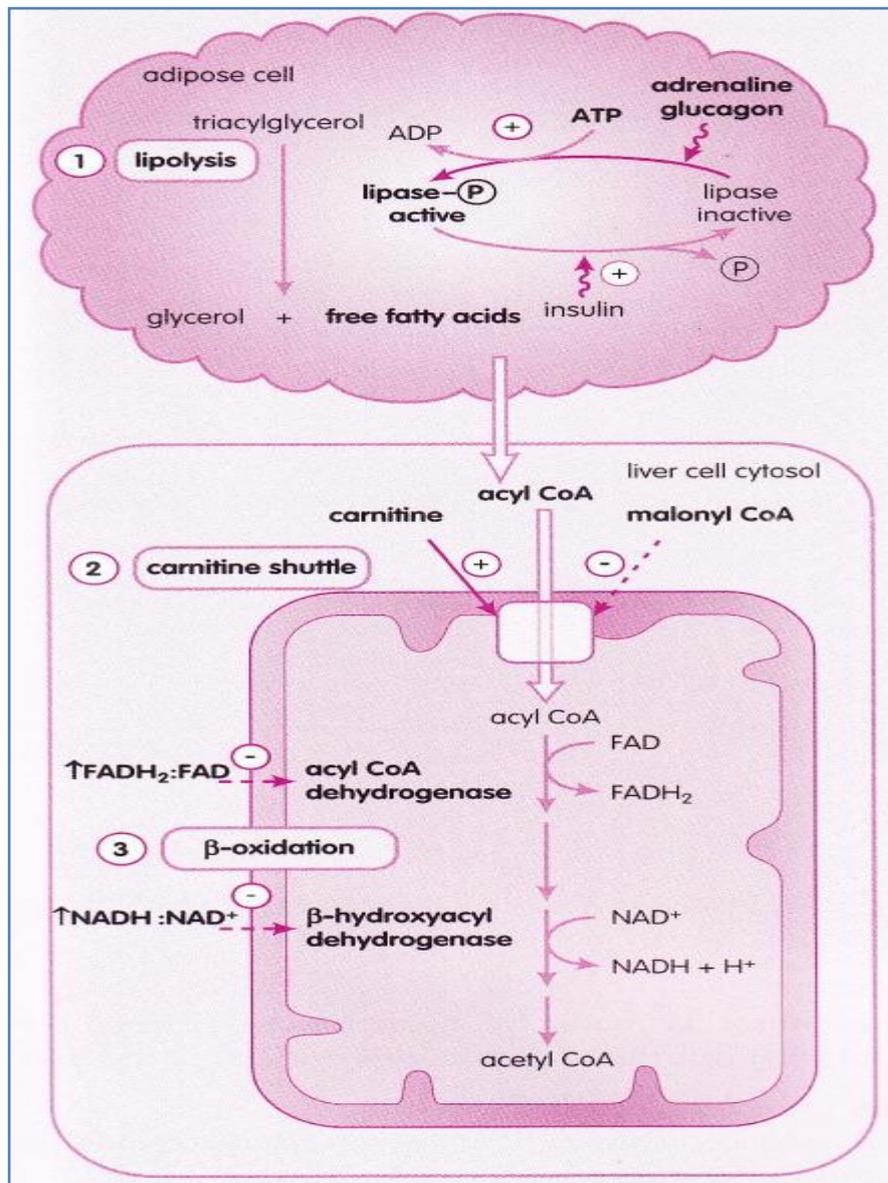
β -oksidasi terjadi di dalam matriks mitokondria. Molekul acyl CoA ditranspor ke dalam mitokondria melalui Carnitine shuttle.

4. β -oksidasi



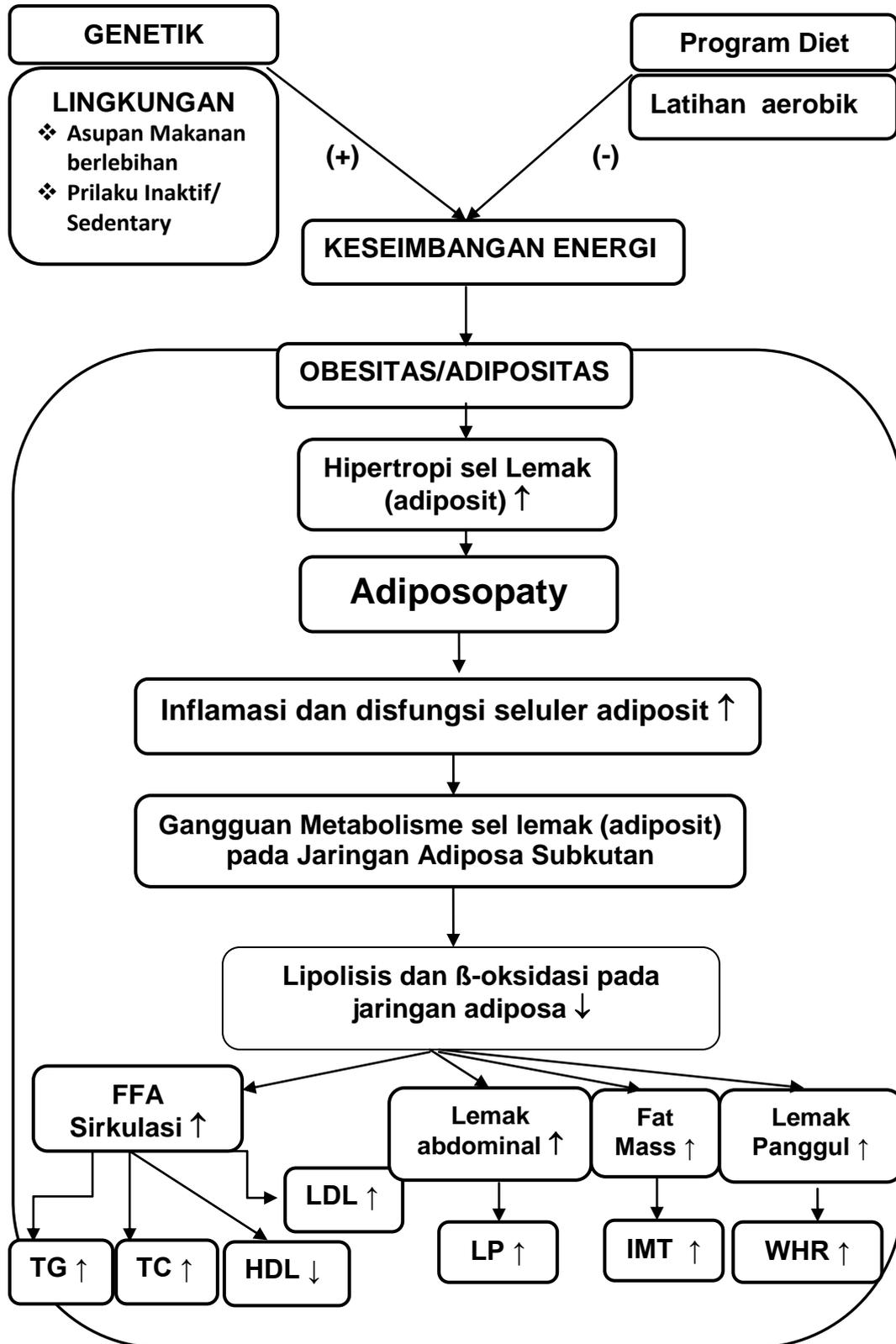
Gambar 1. Hidrolisis Triasilgliserol (trigliserida) menjadi gliserol dan FFA (dikutip dari Lim (2007))

Enzim Lipase yang sensitif terhadap hormon (*Hormone-sensitive lipase*) diatur secara reversibel melalui proses fosforilasi. Hormon adrenalin selama latihan, glukagon dan ACTH selama puasa semuanya mengaktifasi enzim adenilat siklase sehingga menambah jumlah cAMP. Hal ini dapat memicu aktifasi c-AMP dependent protein kinase yang mana kemudian mengfosforilasi dan mengaktifasi enzim lipase. c-AMP dependent protein kinase juga mengfosforilasi dan menghambat Acetil-CoA karboksilase sehingga merangsang lipolisis, akan tetapi menghambat sintesis asam lemak (*fatty acid*). Sebaliknya Insulin menyebabkan defosforilasi lipase, sehingga menghambat lipolisis. (Lim, 2007)



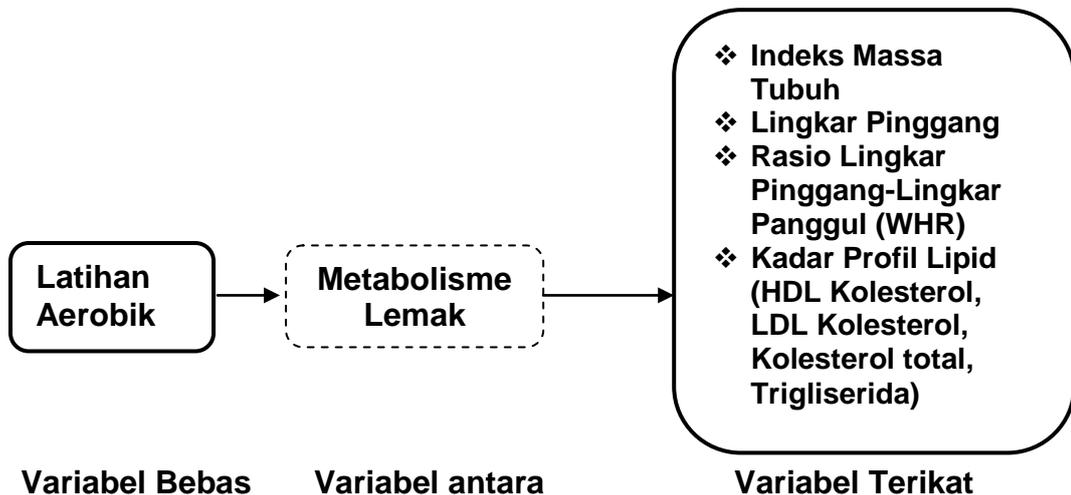
Gambar 2. Regulasi pemecahan lemak (dikutip dari Lim, 2007)

E. Kerangka Teori



F. Kerangka Konsep

Berdasarkan uraian tersebut, maka disusunlah kerangka konsep sebagai berikut:



Perancu	Cara Pengendalian
	Dikendalikan lewat Metode
1. Obat-obatan	1. Obat-obatan : Kriteria Eksklusi
2. Diet	2. Diet : Kriteria Eksklusi
3. Umur	3. Umur : Kriteria inklusi
4. Jenis Kelamin	4. Jenis Kelamin : Kriteria Inklusi

G. Hipotesis Penelitian

1. Hipotesis Mayor

Berdasarkan pertanyaan penelitian, maka disusunlah hipotesis sebagai berikut :

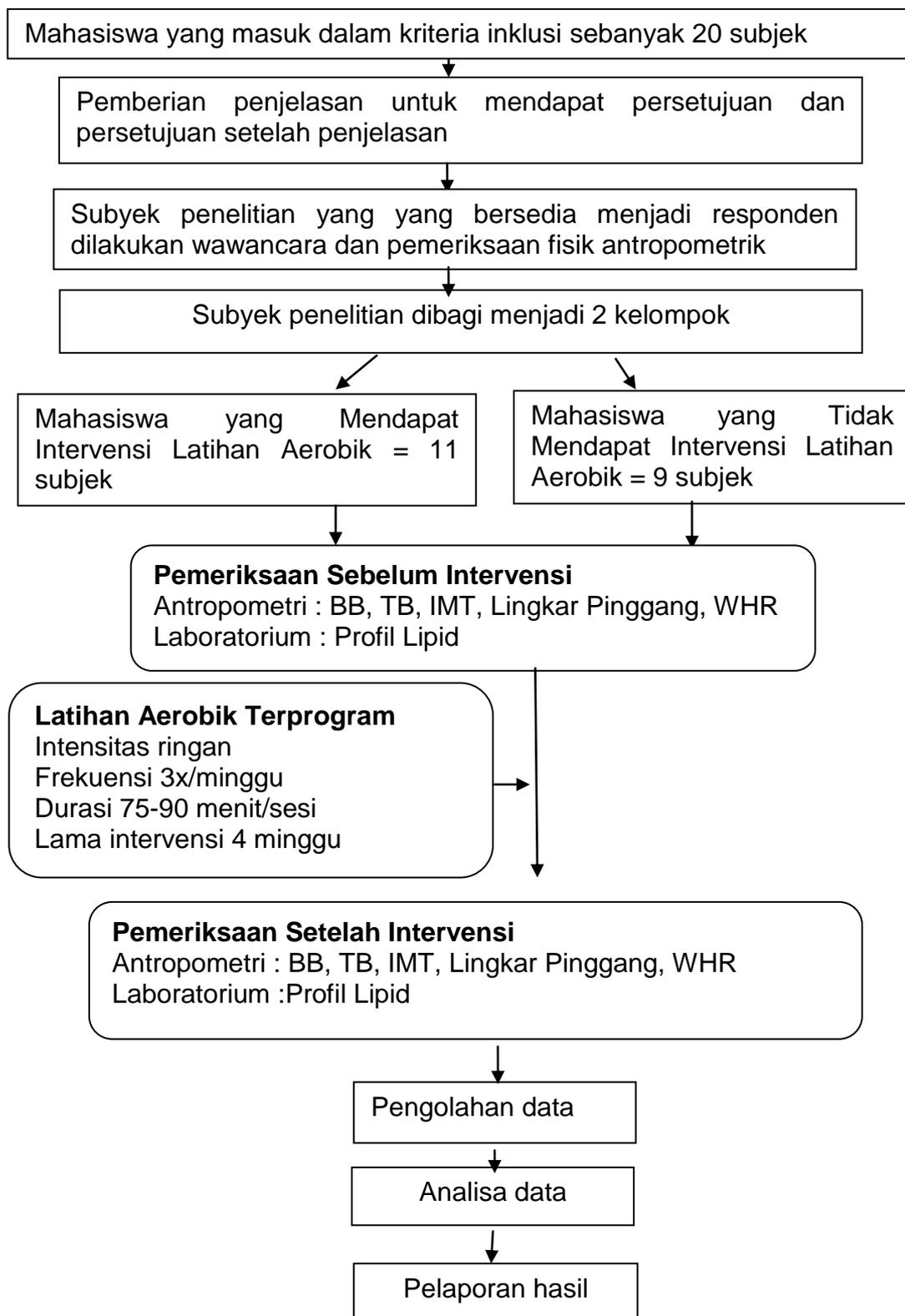
1. Terdapat perbedaan Indeks Massa Tubuh sebelum dan setelah satu bulan latihan aerobik.
2. Terdapat perbedaan Lingkar Pinggang sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik.
3. Terdapat perbedaan Rasio Lingkar Pinggang–Lingkar panggul (WHR) sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik
4. Terdapat perbedaan kadar profil lipid sebelum dan setelah satu bulan Latihan Aerobik

2. Hipotesis Minor

1. IMT sebelum latihan aerobik lebih tinggi dibandingkan setelah Latihan Aerobik.
2. Lingkar Pinggang sebelum latihan aerobik lebih tinggi dibandingkan setelah Latihan Aerobik.
3. Rasio Lingkar Pinggang–Lingkar Panggul sebelum latihan aerobik lebih tinggi dibandingkan setelah Latihan Aerobik.
4. Kadar kolesterol total darah sebelum latihan aerobik lebih tinggi dibandingkan setelah Latihan Aerobik.

5. Kadar kolesterol LDL darah sebelum latihan aerobik lebih tinggi dibandingkan setelah latihan aerobik
6. Kadar kolesterol HDL darah sebelum latihan aerobik lebih rendah dibandingkan setelah latihan aerobik.
7. Kadar trigliserida darah sebelum latihan aerobik lebih tinggi dibandingkan setelah latihan aerobik.

H. Alur Penelitian



I. Definisi Operasional

1. Latihan aerobik : Program latihan fisik berupa *circuit training* dengan gerakan-gerakan : jalan di tempat, *half squat jump*, naik turun tangga, *push up*, *sit up dan back up* yang dilakukan selama 4 minggu (12 sesi latihan), 3 sesi/minggu, 75-90 menit/sesi dengan intensitas ringan-sedang (50-60% Maksimal Heart Rate).
2. Obesitas : subjek yang memiliki $IMT > 25 \text{ kg/m}^2$ menurut kriteria WHO 2002 berdasarkan Etnis Asia
3. 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
4. Berat Badan : Berat badan subjek yang diukur dengan timbangan Camry yang telah distandarisasi dan dengan tingkat ketelitian 100 gram.
5. 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 distandarisasi, dengan tingkat ketelitian 0,1 cm.

6. Lingkar Pinggang adalah Lingkar pinggang subjek diukur dengan menggunakan pita plastik atau logam di daerah setinggi umbilikus atau pada titik tengah antara tulang iga paling bawah dengan puncak tulang iliaka dengan kriteria sebagai berikut :

Laki-laki > 90 cm obese

Perempuan > 80 cm obese

7. Waist Hip Ratio ; WHR subjek yang diperoleh dengan membagi Lingkar Pinggang dan Lingkar Pinggul. Lingkar Pinggul subjek diukur pada lingkaran terbesar pinggul dalam keadaan berdiri tegak, kedua tangan di samping tubuh dan kaki dirapatkan.

Laki-laki < 1,0 obese

Perempuan < 0,9 obese

8. Profil Lipid adalah kadar profil lipid subjek yang terdiri dari kolesterol total, LDL, HDL, dan trigliserida diperiksa di laboratorium Prodia Makassar. Besaran nilai normal untuk profil lipid sebagai berikut :

Kolesterol Total

< 200 Normal

200-239 Batas Tinggi

≥ 240 Tinggi

Kolesterol LDL

< 100 Optimal

100-129 Mendekati optimal

130-159 Batas Tinggi

160-189	Tinggi
≥ 190	Sangat Tinggi

Kolesterol HDL

≥ 40	Normal
-----------	--------

Trigliserida

< 150	normal
150-199	Batas tinggi
200-499	Tinggi
≥ 500	Sangat Tinggi