



UNIVERSITAS INDONESIA

**OBESITAS PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR (7-12
TAHUN) DI JAKARTA PUSAT: PROFIL DAN KORELASI
MASSA LEMAK DAN INDEKS MASSA TUBUH**

TESIS

YULIANTO SANTOSO KURNIAWAN

1106141095

**FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
ILMU KESEHATAN ANAK
JAKARTA
APRIL 2016**



UNIVERSITAS INDONESIA

**OBESITAS PADA ANAK USIA SEKOLAH DASAR (7-12
TAHUN) DI JAKARTA PUSAT: PROFIL DAN KORELASI
MASSA LEMAK DAN INDEKS MASSA TUBUH**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Dokter Spesialis Anak

YULIANTO SANTOSO KURNIAWAN

1106141095

**FAKULTAS KEDOKTERAN
PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
ILMU KESEHATAN ANAK
JAKARTA
APRIL 2016**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Yulianto Santoso Kurniawan

NPM : 1106141095

Tanda tangan :



Tanggal : 28 April 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Yulianto Santoso Kurniawan
NPM : 1106141095
Program Studi : Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kesehatan Anak
Judul Tesis : Obesitas pada Anak Usia Sekolah Dasar (7-12 tahun) di Jakarta Pusat: Profil dan Korelasi Massa Lemak dan Indeks Massa Tubuh

telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar spesialis anak pada Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing	: Dr. dr. Aryono Hendarto, SpA(K)	(.....)
Pembimbing	: Dr. dr. Murti Andriastuti, SpA(K)	(.....)
Penguji	: dr. Bambang Tridjaja, SpA(K), MMPaed	(.....)
Penguji	: dr. Lily Rundjan, Sp.A(K)	(.....)
Penguji	: dr. Nia Kurniati, Sp.A(K)	(.....)

Ditetapkan di : Universitas Indonesia, Jakarta
Tanggal : 28 April 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan YME karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Spesialis Anak di Fakultas Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari awal masa studi sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. DR. dr. Aryono Hendarto, SpA(K) dan Dr. dr. Murti Andriastuti, SpA(K) selaku pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
2. dr. Bambang Tridjaja, SpA(K), MMPaed, dr. Liy Rundjan, SpA(K), dan dr. Nia Kurniati, SpA(K) selaku dewan penguji yang senantiasa memberikan masukan untuk penyempurnaan tesis ini.
3. Dr. dr. Aryono Hendarto, SpA(K) selaku Kepala Departemen Ilmu Kesehatan Anak FKUI-RSCM saat ini dan Dr. Bambang Tridjaja AAP, SpA(K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Anak saat ini, serta Prof. Dr. dr. Bambang Supriyatno, SpA(K) selaku Kepala Departemen Ilmu Kesehatan Anak periode sebelumnya dan Dr. dr. Partini P. Trihono, SpA(K) selaku Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Anak periode sebelumnya yang telah menerima saya menjadi peserta program pendidikan dokter spesialis anak.
4. Orangtua saya Bambang Soebiyarso, SST.FT dan Djie Moek Kiauw (1947-2010) yang tidak putus-putusnya memberikan dukungan dan doa tiada terputus. Kakak-kakak saya tercinta, Franky Rachmadi Leksono Wibowo, SP,MM, Yudi Fajar Margono Wahyu, SIP, MA, dan Desri Mutiara Putri, S.Hum, yang terus mendukung dan menyemangati saya selama pendidikan spesialis.
5. Teman-teman saya sejawat PPDS IKA FKUI periode Januari 2012, dr. Riski Muhaimin, dr. Riki Alkamdani, dr. Dhynie NFLA, dr. Dneska WA,

dr. Febrini A, dr. Rossy AM, dr. Yeni R, dr. Zidnie PP, dr. Kanya AP, dr. M.Iqbal, dr. Rara P, dr. Rahmawati yang telah menjadi kawan di saat suka dan duka selama pendidikan. Teman sesama *chief* PPDS IKA dr. Ghaisani F. dan dr. Cut Nurul Hafifah, Sp.A yang berbagi tanggung jawab selama menjalani kepengurusan *chief* PPDS IKA.

6. Rekan-rekan Yayasan Orang Tua Peduli, dr. Purnamawati Sp.A(K), MMPaed, Vida Parady, S.Kom, Handadi, dr. Windhi Kresnawati, Sp.A, dr.Yoga Pranata, Sp.An terima kasih atas semua ilmu, dukungan dan pelajaran yang diberikan kepada saya.
7. Drg. Cynthia Michelle Anggraini atas doa, dukungan dan pengertiannya selama masa pendidikan saya.
8. Michael Teguh Setyawan, sumber pembelajaran saya, semoga kita bisa menatap masa depan yang lebih baik bersama-sama.

Akhir kata, saya berdoa agar Tuhan YME membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu kedokteran dan kesehatan anak-anak Indonesia.

Jakarta, 28 April 2016

Yulianto Santoso Kurniawan

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yulianto Santoso Kurniawan

NPM : 1106141095

Program Studi : Pendidikan Dokter Spesialis

Departemen : Ilmu Kesehatan Anak

Fakultas : Kedokteran

Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul “Obesitas pada Anak Usia Sekolah Dasar (7-12 tahun) di Jakarta Pusat: Profil dan Korelasi Massa Lemak dan Indeks Massa Tubuh” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada tanggal 28 April 2016

Yang menyatakan



(Yulianto Santoso Kurniawan)

ABSTRAK

Nama : Yulianto Santoso Kurniawan

Program Studi : Pendidikan Dokter Spesialis Anak

Judul : **Obesitas pada Anak Usia Sekolah Dasar (7-12 tahun) di Jakarta Pusat: Profil dan Korelasi Massa Lemak dan Indeks Massa Tubuh**

Latar Belakang: Indonesia mengalami peningkatan obesitas yaitu 12,2% di tahun 2007 menjadi 14% di tahun 2010 dengan angka terbesar di rentang usia 6-12 tahun sebesar 9,2%. Identifikasi obesitas dengan indeks massa tubuh (IMT) tidak memberikan gambaran massa lemak karena IMT tidak membedakan massa lemak dan massa bukan lemak. Metode *bioelectrical impedance analysis* (BIA) dapat mengidentifikasi massa lemak tubuh. Metode BIA memiliki korelasi dengan *dual energy X-ray absorptiometry* sebagai standar deteksi massa lemak sebesar 0,78 untuk lelaki dan 0,85 untuk perempuan.

Tujuan: Mengetahui obesitas dan korelasi antara massa lemak tubuh dan IMT pada anak usia sekolah dasar di Jakarta Pusat.

Metode: Penelitian ini adalah studi potong lintang analitik. Penelitian ini dilakukan di 8 sekolah dasar negeri dan 2 sekolah dasar swasta di Jakarta Pusat. Sampel dipilih secara *cluster random sampling*. Penelitian dilakukan Januari-Maret 2016. Subyek yang tidak terdapat edema dan organomegali kemudian diukur tinggi badan dengan stadiometer SECA dan berat badan dan massa lemak dengan TANITA BC 545 *body segmental analyser*. Uji statistik menggunakan korelasi Spearman, uji Kruskal-Wallis dan uji Mann-Whitney. Analisa lanjutan dilakukan untuk persentil massa lemak, IMT, kurva massa lemak, sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak, korelasi dan kappa IMT terhadap massa lemak.

Hasil: Total subjek penelitian adalah 1.333 anak. Obesitas menurut massa lemak pada subyek lelaki sebesar 21,3%, subyek perempuan sebesar 13,1%. Median massa lemak lelaki usia 7-12 tahun berturut-turut 18,8, 18,6, 18,1, 18,4, 18,6, 16,1%. Median massa lemak perempuan usia 7-12 tahun berturut-turut 23,6, 24, 23,8, 23,7, 24,4 25,4%. Korelasi IMT dan massa lemak subyek lelaki sangat kuat ($r=0,848-0,903$, $p<0,05$) dan korelasi kuat pada subyek perempuan ($r=0,717-0,846$, $p<0,05$). Sensitivitas IMT terhadap massa lemak subyek lelaki 90,5%, spesifisitas 96,6%, kappa 0,879, sensitivitas IMT terhadap massa lemak subyek perempuan 88,2%, spesifisitas 92,4%, kappa 0,787 menggunakan P_{85} dan P_{95} hasil penelitian.

Simpulan: Obesitas menurut massa lemak lelaki adalah 21,3% dan perempuan 13,1% dan korelasi IMT dan massa lemak lelaki sangat kuat dan kuat pada subyek perempuan.

Kata kunci: obesitas, massa lemak, IMT, korelasi, sekolah dasar

ABSTRACT

Nama : Yulianto Santoso Kurniawan

Program Studi : Pediatrics

Judul : **Obesity in Elementary School Children (7-12 years old) in Central Jakarta: Profile and Correlation study between Body Fat Mass and Body Mass Index**

Background: Obesity in Indonesia has increased in number from 12.2% in 2007 to 14% in 2010. Children aged 6 to 12 years old are the most vulnerable population in which 9.2% has obesity. Body mass index (BMI) can not be used to identify obesity because BMI does not differentiate between fat mass and non-fat mass. Bioelectrical impedance analysis can identify fat mass and has a strong correlation with dual energy X-ray absorptiometry, a standard reference for fat mass measurement, approximately 0.78 for male and 0.85 for female.

Aim: To determine the obesity profile and correlation between fat mass and body mass index in elementary school children aged 7-12 years old in Central Jakarta.

Method: A cross sectional analytic study. Subjects were recruited from Jan – March 2016 through random sampling from an elementary school list in Central Jakarta. Healthy students without edema and organomegaly between the age of 7-12 years were enrolled. Investigator measured subject's height with SECA stadiometer and weight with TANITA BC 545 body segmental analyser. Analysis of the correlation were tested using Spearman test, bivariate analysis using Kruskal-Wallis test, and Mann-Whitney. Subgroup analysis was conducted to measure sensitivity, specificity, and kappa value between fat mass and BMI.

Result: A total of 1,333 children were recruited. Obesity by fat mass in male was 21.3% and 13.1% in female. Fat mass median in male aged 7,8,9,10,11, and 12 years consecutively were 18.8, 18.6, 18.1, 18.4, 18.6, 16.1%. Fat mass median in female aged 7,8,9,10,11, and 12 years consecutively were 23.6, 24, 23.8, 23.7, 24.4 25.4%. Correlation between BMI and fat mass in male was very strong ($r=0.848-0.903$, $p<0.05$) and strong in females ($r=0.717-0.846$, $p<0.05$). Body mass index sensitivity for fat mass in male was 90.5% and 96.6% specificity with kappa value 0.879, in female sensitivity was 88.2% and 92.4% specificity with kappa value 0.787 using new reference percentile generate from this study (P_{85} and P_{95} BMI).

Conclusion: The obesity profile determined by fat mass is 21.3% in males and 13.1% in females and with very strong correlation between BMI and fat mass for males and strong correlation in females.

Keywords: obesity, fat mass, body mass index, correlation, elementary school

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Pertanyaan penelitian.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Tujuan penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan umum.....	3
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	3
1.5.1 Bidang penelitian.....	3
1.5.2 Bidang pendidikan.....	4
1.5.3 Bidang pelayanan masyarakat.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komposisi tubuh.....	5
2.1.1 Perubahan komposisi tubuh.....	5
2.1.2 Model dari komposisi tubuh.....	7
2.1.3 Metode pengukuran adiposit dan komposisi tubuh.....	8
2.1.4 Pengukuran adiposit menggunakan berat dan tinggi badan.....	14
2.2 Massa lemak tubuh.....	17
2.3 Obesitas.....	24
2.3.1 Prevalens obesitas.....	24
2.3.2 Kriteria diagnosis obesitas pada anak.....	24
2.3.3 Tata laksana obesitas.....	26
2.3.3.1 Tata laksana nutrisi.....	26
2.3.3.2 Tata laksana medis.....	28
2.3.3.3 Pembedahan.....	29
2.3.3.4 Modifikasi gaya hidup.....	30
2.3.3.5 Psikoterapi.....	30
2.3.4 Komplikasi obesitas.....	31
BAB 3. KERANGKA TEORI DAN KONSEP	32
3.1 Kerangka teori.....	32

3.2 Kerangka konsep.....	34
BAB 4. METODOLOGI PENELITIAN.....	36
4.1 Desain.....	36
4.2 Tempat dan waktu penelitian.....	36
4.3 Populasi penelitian.....	36
4.4 Kriteria inklusi dan eksklusi.....	36
4.4.1 Kriteria inklusi.....	36
4.4.2 Kriteria eksklusi.....	36
4.5 Metode pengambilan sampel.....	36
4.6 Besar sampel.....	37
4.7 Prosedur penelitian.....	37
4.8 Bagan alur penelitian.....	38
4.9 Identifikasi variabel penelitian.....	38
4.10 Pengolahan dan analisis data.....	38
4.11 Penyajian data.....	39
4.12 Batasan operasional.....	39
4.13 Etika penelitian.....	41
BAB 5. HASIL PENELITIAN.....	42
5.1 Karakteristik subyek penelitian.....	42
5.2 Profil massa lemak dan indeks massa tubuh menurut usia dan jenis kelamin.....	44
5.3 Korelasi massa lemak dan indeks massa tubuh menurut usia dan jenis Kelamin.....	47
5.4 Kesesuaian status massa lemak menurut status gizi berdasarkan IMT.....	51
5.5 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak.....	52
5.6 Persentil massa lemak dan IMT dengan status gizi yang sesuai.....	53
5.7 Sensitivitas dan spesifisitas menggunakan persentil IMT penelitian.....	54
5.8 Kurva status massa lemak menurut status gizi berdasarkan IMT menurut jenis kelamin dan usia.....	56
5.9 Perbedaan massa lemak dan IMT menggunakan titik potong hasil penelitian dibandingkan standar.....	57
BAB 6. PEMBAHASAN.....	59
6.1 Kelebihan dan keterbatasan penelitian.....	59
6.2 Karakteristik status gizi.....	60
6.3 Karakteristik Massa lemak.....	60
6.4 Korelasi massa lemak dan IMT.....	64
BAB 7. SIMPULAN DAN SARAN.....	71
7.1. Simpulan.....	71
7.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan metode-metode untuk menilai komposisi tubuh.....	20
Tabel 5.1 Karakteristik penelitian.....	43
Tabel 5.2 Karakteristik massa lemak.....	44
Tabel 5.3 Karakteristik IMT.....	44
Tabel 5.4 Profil status gizi subyek lelaki berdasarkan IMT.....	45
Tabel 5.5 Profil status gizi subyek perempuan berdasarkan IMT.....	45
Tabel 5.6 Profil status massa lemak subyek lelaki.....	46
Tabel 5.7 Profil status massa lemak subyek perempuan.....	47
Tabel 5.8 Korelasi massa lemak dan IMT menurut usia dan jenis kelamin.....	48
Tabel 5.9 Status massa lemak dan status gizi IMT subyek lelaki.....	51
Tabel 5.10 Status massa lemak dan status gizi IMT subyek perempuan.....	52
Tabel 5.11 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek lelaki.....	52
Tabel 5.12 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek perempuan.....	53
Tabel 5.13 Persentil massa lemak (%) lelaki dan perempuan.....	54
Tabel 5.14 Persentil IMT lelaki dan perempuan.....	54
Tabel 5.15 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek lelaki berdasarkan IMT penelitian.....	55
Tabel 5.16 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek perempuan berdasarkan penelitian.....	55
Tabel 5.17 Hasil analisis IMT penelitian dibandingkan IMT standar subyek perempuan.....	57
Tabel 5.18 Hasil analisis massa lemak penelitian dibandingkan massa lemak standar subyek perempuan.....	57
Tabel 5.19 Hasil analisis IMT penelitian dibandingkan IMT standar subyek lelaki.....	58
Tabel 5.20 Hasil analisis massa lemak penelitian dibandingkan massa lemak standar subyek lelaki.....	58
Tabel 6.1 Perbandingan massa lemak.....	62
Tabel 6.2 Perbandingan P_{95} hasil penelitian dan standar.....	69
Tabel 6.3 Perbandingan sensitivitas, spesifisitas, kappa, kesalahan tipe I dan II antara nilai batas IMT CDC-NCHS 2000 dan IMT nilai batas hasil penelitian.....	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perubahan proporsi komposisi tubuh.....	6
Gambar 2.2 Model dua kompartemen dan model multikompartemen komposisi tubuh.....	8
Gambar 2.3 <i>Air displacement plethysmography</i>	10
Gambar 2.4 Densitometri.....	10
Gambar 2.5 <i>Dual-energy X-ray Absorptiometry</i>	12
Gambar 2.6 <i>Bioelectrical impedance analysis</i>	14
Gambar 2.7 Penyesuaian IMT dan persentase lemak tubuh pada etnis kulit putih.....	16
Gambar 2.8 Disfungsi adiposit.....	18
Gambar 2.9 Patogenesis disfungsi adiposit dan kerusakan organ.....	19
Gambar 2.10 Contoh makanan sehat.....	27
Gambar 2.11 Piramida makanan.....	28
Gambar 2.12 Pembedahan bariatrik pada obesitas.....	29
Gambar 2.13 Komplikasi obesitas.....	31
Gambar 3.1 Kerangka teori.....	33
Gambar 3.2 Kerangka konsep.....	35
Gambar 4.1 Alur penelitian.....	38
Gambar 4.1 <i>Bioelectrical impedance analysis</i> TANITA BC-545.....	40
Gambar 5.1 <i>Scatter plot</i> massa lemak dan IMT anak lelaki usia 7-12 tahun.....	49
Gambar 5.2 <i>Scatter plot</i> massa lemak dan IMT anak perempuan usia 7-12 tahun.....	50
Gambar 5.3 Kurva massa lemak lelaki.....	56
Gambar 5.4 Kurva massa lemak perempuan.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Formulir persetujuan mengikuti penelitian.....	78
Lampiran 2. Penjelasan penelitian kepada orang tua.....	79
Lampiran 3. Persetujuan penelitian.....	80
Lampiran 4. Formulir penelitian.....	81
Lampiran 5. Keterangan lolos kaji etik.....	82



DAFTAR SINGKATAN



BB	Berat badan
BIA	<i>Bioelectrical impedance analysis</i>
CDC	<i>Center for disease control and prevention</i>
CT	<i>Computed tomography</i>
DXA	<i>Dual energy x-ray absorbtometry</i>
ECW	<i>Extracellular water</i>
ICW	<i>Intracellular water</i>
IGF1	<i>Insulin-like growth factor 1</i>
IL	<i>Interleukin</i>
IMT	Indeks massa tubuh
MLT	Massa lemak tubuh
MRI	<i>Magnetic resonance imaging</i>
RISKESDAS	Riset Kesehatan Dasar
SUSENAS	Survei Sosial Ekonomi Nasional
TB	Tinggi badan
TNF	<i>Tumor necrosis factor</i>
WHO	<i>World health organization</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Obesitas merupakan masalah kesehatan pada masa anak, remaja dan dewasa. Obesitas adalah suatu kelainan atau penyakit yang ditandai dengan penimbunan jaringan lemak tubuh secara berlebih.¹ Diabetes melitus tipe 2, sindrom metabolik awitan dini, inflamasi subklinis, dislipidemia, penyakit arteri koroner, dan obesitas pada dewasa merupakan permasalahan klinis yang berhubungan dengan obesitas yang terjadi pada masa anak.²

Obesitas adalah permasalahan yang besar dan kompleks. Obesitas dalam 25 tahun telah meningkat 2,3 sampai 3,3 kali di Amerika Serikat, 2 sampai 2,8 kali di Inggris dan 3,9 kali di Mesir.³ Negara berkembang seperti Thailand juga mengalami peningkatan angka obesitas dari 12,2% pada tahun 1991 menjadi 15,6% pada tahun 1993 dan India dari 9,8% pada tahun 2006 menjadi 11,7% pada tahun 2009.⁴ Indonesia turut mengalami peningkatan angka obesitas, Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susewas) pada tahun 1989 menyatakan 4,6% anak lelaki dan 8% anak perempuan mengalami obesitas. Laporan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2010 menyatakan angka kegemukan nasional meningkat dari 12,2% di tahun 2007 menjadi 14% dengan prevalens tertinggi berada di rentang usia 6-12 tahun sebesar 9,2%.⁵

Massa lemak merupakan prediktor untuk mengalami komplikasi medis. Pada obesitas terjadi penumpukan berlebih dari massa lemak tubuh (MLT) yang berasal dari hipertrofi dan hiperplasi adiposit. Hipertrofi dan hiperplasi adiposit menyebabkan peningkatan oksigen reaktif, stres oksidatif pada mitokondria dan retikulum endoplasma yang mengakibatkan abnormalitas adipokinase (adiponektin, leptin), peningkatan asam lemak bebas dan mediator inflamasi (TNF alfa, IL-6). Mediator-mediator inflamasi ini pada akhirnya memengaruhi

organ-organ sistemik dan menyebabkan komorbiditas berupa apoptosis sel, hiperlipidemia, hipertensi, resistensi insulin, diabetes tipe 2 dan steatohepatitis.⁶

Obesitas saat ini dideteksi dengan menggunakan pengukuran antropometri yaitu indeks massa tubuh (IMT).^{1,2,7} Indeks massa tubuh tidak membedakan massa lemak dan massa non-lemak tubuh dan IMT bervariasi menurut ras.^{1,2,8,9} Pada populasi Asia dengan berat badan yang sama memiliki IMT yang lebih rendah daripada populasi Kaukasia namun dengan massa lemak tubuh yang lebih tinggi yaitu 3% sampai 5%.¹⁰ Indeks massa tubuh etnis Afro-Amerika 1,3 kg/m² lebih tinggi dari Kaukasia pada MLT, usia dan gender yang sama. Indeks massa tubuh populasi Cina, Indonesia dan Thailand berurutan sebesar 1,9; 3,2; dan 2,9 kg/m² lebih rendah dari populasi Kaukasia.¹¹ Indeks massa tubuh yang digunakan sebagai uji tapis dapat keliru mengklasifikasikan anak dengan MLT normal sebagai gizi lebih atau obesitas.¹² Populasi Asia cenderung mengalami diabetes melitus tipe 2 dan penyakit kardiovaskular pada nilai IMT yang lebih rendah dari nilai batas *World Health Organization* (WHO).¹³

Massa lemak tubuh akan berubah sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan seorang anak. Peningkatan indeks massa tubuh terjadi setelah usia 5 tahun.¹⁴ Massa lemak tubuh lelaki dan perempuan akan berubah pada saat anak mengalami masa pubertas (8-13 tahun).⁹ Terdapat perbedaan massa lemak tubuh antara populasi Singapura dan India yang lebih tinggi daripada populasi Cina dan Malaysia.¹⁵ Negara di Asia seperti India dan Korea sudah melakukan penelitian untuk menentukan nilai batas massa lemak tubuh. Hal ini diperlukan karena terdapat perbedaan massa lemak tubuh berdasarkan ras, jenis kelamin, usia dan untuk menentukan intervensi dini pada obesitas anak.^{12,16}

Massa lemak tubuh dapat diukur dengan metode standar (*dual energy x-ray absorptiometry*) dan antropometri (IMT). Saat ini terdapat metode *Bioelectrical impedance analysis* (BIA) yang *portable*, mudah dioperasikan dan dapat digunakan dalam studi epidemiologi untuk menilai MLT.

Metode BIA dan DXA menunjukkan korelasi yang baik dalam mendeteksi massa lemak tubuh.⁹ Penelitian ini akan memberikan data profil massa lemak tubuh pada anak usia sekolah dasar berdasarkan suku, usia dan jenis kelamin. Data profil ini akan menjadi acuan studi awal massa lemak tubuh pada anak usia sekolah dasar di Indonesia. Penelitian ini menilai profil indeks massa tubuh dan massa lemak tubuh pada kelompok anak usia sekolah dasar (SD) di Indonesia.

1.2. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka masalah yang diidentifikasi:

1. Bagaimana profil obesitas menurut indeks massa tubuh pada anak usia SD (7-12 tahun) menurut jenis kelamin?
2. Bagaimana profil obesitas menurut massa lemak tubuh pada anak usia SD (7-12 tahun) menurut jenis kelamin?
3. Apakah indeks massa tubuh berkorelasi dengan massa lemak tubuh pada anak usia SD (7-12 tahun) menurut jenis kelamin?

1.3. Hipotesis

Hipotesis penelitian yang ditetapkan pada penelitian ini adalah:

1. Indeks massa tubuh memiliki korelasi yang kuat dengan massa lemak tubuh pada anak usia SD (7-12 tahun) menurut jenis kelamin.

1.4. Tujuan Penelitian

1.4.1. Tujuan umum

Mengetahui profil obesitas anak usia sekolah dasar di Jakarta Pusat.

1.4.2. Tujuan khusus

- a. Mengetahui profil indeks massa tubuh pada anak usia sekolah dasar sesuai umur, suku dan jenis kelamin.
- b. Mengetahui profil massa lemak tubuh pada anak usia sekolah dasar sesuai umur, suku dan jenis kelamin.
- c. Mengetahui korelasi antara massa lemak tubuh dengan IMT.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Bidang Penelitian

Penelitian ini memberikan:

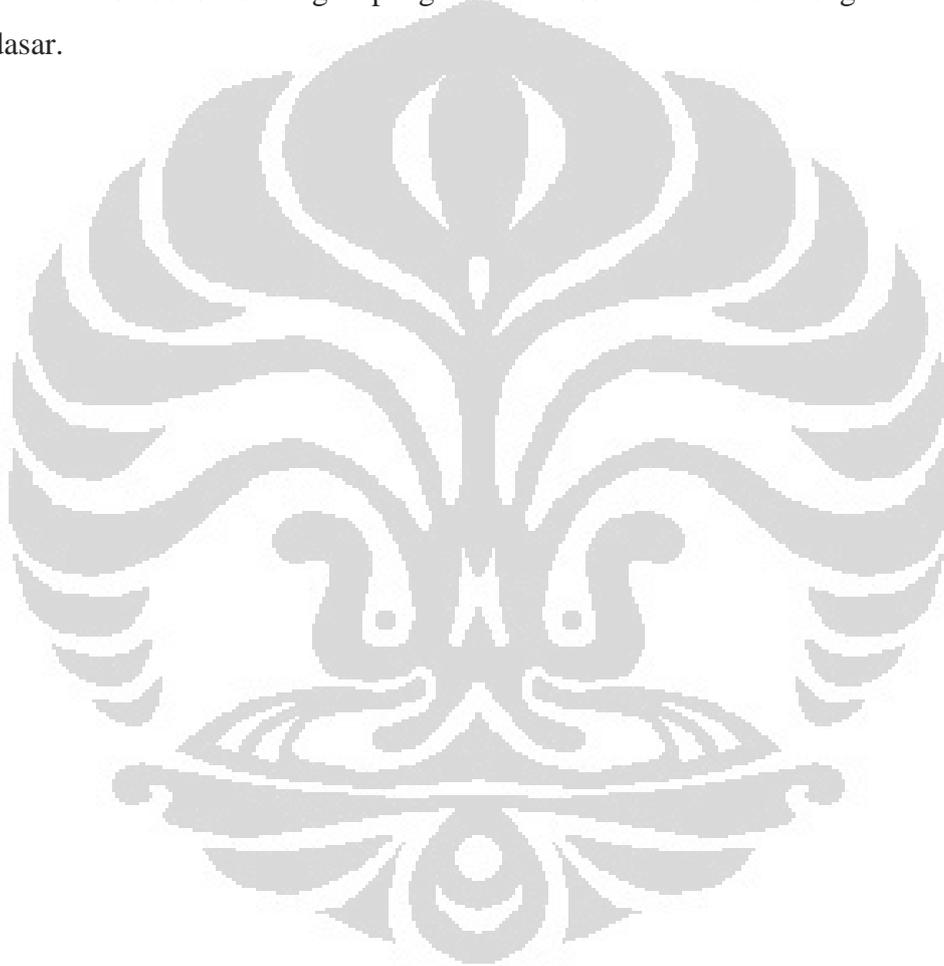
- Data massa lemak tubuh anak usia sekolah dasar di Jakarta Pusat.
- Data IMT pada anak usia sekolah dasar di Jakarta Pusat.

1.5.2 Bidang Pendidikan

Mendapatkan studi awal massa lemak tubuh anak usia sekolah dasar di Jakarta Pusat.

1.5.3 Bidang Pelayanan Masyarakat

Identifikasi obesitas dengan pengukuran massa lemak tubuh bagi anak sekolah dasar.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposisi Tubuh

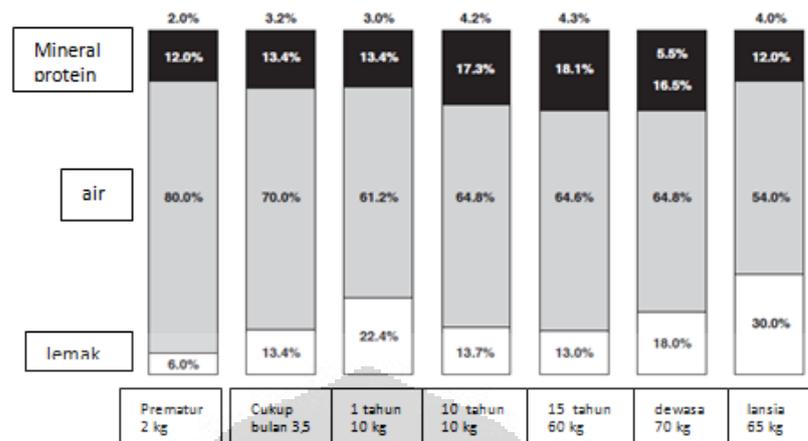
Proses pertumbuhan pada seseorang ditandai dengan perubahan, kompensasi dan adaptasi yang telah ditentukan secara genetik dan dipengaruhi oleh hormon, nutrisi dan lingkungan. Status nutrisi tidak dapat dinilai hanya berdasarkan tinggi dan berat badan seseorang. Untuk membedakan antara obesitas dengan gizi lebih pada seseorang yang memiliki massa otot yang banyak maka lebih akurat dengan mengukur komposisi tubuh.

Kompartemen tubuh mengalami perubahan selama perjalanan dari bayi sampai dewasa. Komposisi antara cairan, lemak, otot dan massa tulang akan mengalami perubahan pada berbagai periode pertumbuhan. Pengukuran komposisi tubuh akan membantu dalam pemantauan perubahan lemak dan massa tubuh bebas lemak selama masa pertumbuhan. Metode pengukuran komposisi tubuh mengalami perkembangan dan menggunakan metode yang berbeda-beda.¹⁷

2.1.1 Perubahan komposisi tubuh

Perubahan massa lemak tubuh

Lemak merupakan komponen tubuh antara 5 sampai lebih dari 50% dari berat badan dengan nilai normal antara 10 – 30%. Pada masa intra uterin massa lemak sekitar 2,5% dan saat berat badan 1 kg menjadi 13,7% pada lelaki dan 14,9% pada perempuan bayi cukup bulan.^{18,19} Sejak lahir lemak terakumulasi dan mencapai puncaknya pada usia 6 bulan. Akumulasi lemak sebesar 29,1% pada lelaki dan 32% pada perempuan kemungkinan besar disebabkan oleh tingginya masukan energi dan tingkat aktivitas yang rendah.²⁰ Komposisi lemak menurun dan mencapai nilai terendah yaitu 12,8% pada lelaki di usia 7 tahun dan 16,4% pada perempuan di usia 6 tahun dan mengalami peningkatan menjadi 13,7% pada lelaki dan 19,4% pada perempuan di usia 10 tahun.



Gambar 2.1. Perubahan proporsi komposisi tubuh menurut usia

Komposisi tubuh mengalami perbedaan berdasarkan jenis kelamin dan perbedaan tersebut bermakna selama periode remaja. Pada kedua jenis kelamin, pubertas ditandai dengan peningkatan adiposit baik ukuran dan jumlah. Lelaki mengalami peningkatan tertinggi selama masa remaja kemudian melambat, sementara perempuan setelah mengalami penurunan kemudian mengalami peningkatan kembali sampai usia 18 tahun. Lemak subkutan terdistribusi secara berbeda antara lelaki dan perempuan. Lemak subkutan terdistribusi di bagian atas tubuh (di atas umbilikus) pada lelaki dan pada bagian tubuh bawah pada perempuan.

Akumulasi lemak juga berbeda berdasarkan suku. Studi antara perempuan kulit putih, kulit hitam dan Hispanik menunjukkan persentase lemak yang lebih tinggi pada kelompok Hispanik dan kulit hitam dibandingkan dengan kelompok kulit putih.²¹ Pada studi yang sama di kelompok lelaki, kadar lemak tertinggi terdapat pada kelompok Hispanik dan terendah pada kelompok kulit hitam. Perbedaan berdasarkan suku ini terlihat pada saat periode sebelum sekolah dan berlangsung sampai remaja.²² Perbedaan akumulasi lemak berdasarkan suku juga ditemukan pada kelompok remaja dan dewasa di Asia.²³

2.1.2 Model dari komposisi tubuh

Model dua kompartemen¹⁷

Pada model 2 kompartemen, tubuh dibagi menjadi dua bagian yaitu massa lemak dan massa tanpa lemak. Massa lemak tubuh dihitung secara tidak langsung sebagai perbedaan dari berat badan dan massa tubuh tanpa lemak. Pengukuran massa tubuh tanpa lemak menggunakan metode hidrodensitometri atau berat badan di bawah air. Metode lain dengan berbasis nuklir adalah menggunakan penghitungan ⁴⁰K dan dilusi dengan air radioaktif. Metode dua kompartemen menggunakan asumsi bahwa konsentrasi zat yang diukur tetap konstan untuk semua umur. Saat populasi yang diukur meliputi anak kecil atau lansia dengan berbagai etnis berbeda maka konstanta yang digunakan untuk standar dapat menjadi tidak spesifik.

Model tiga kompartemen¹⁷

Untuk mengurangi kekurangan dari metode dua kompartemen maka dipikirkan perluasan menjadi metode tiga kompartemen dengan menambahkan total air dalam tubuh pada pengukuran berat di dalam air. Pada metode ini, massa tubuh tanpa lemak dibagi menjadi komponen air dan komponen padat (didominasi oleh protein dan mineral). Pada model ini digunakan densitas air, lemak dan massa padat tubuh. Metode ini tidak akurat pada orang yang mengalami penurunan massa protein atau massa tulang.

Model empat kompartemen¹⁷

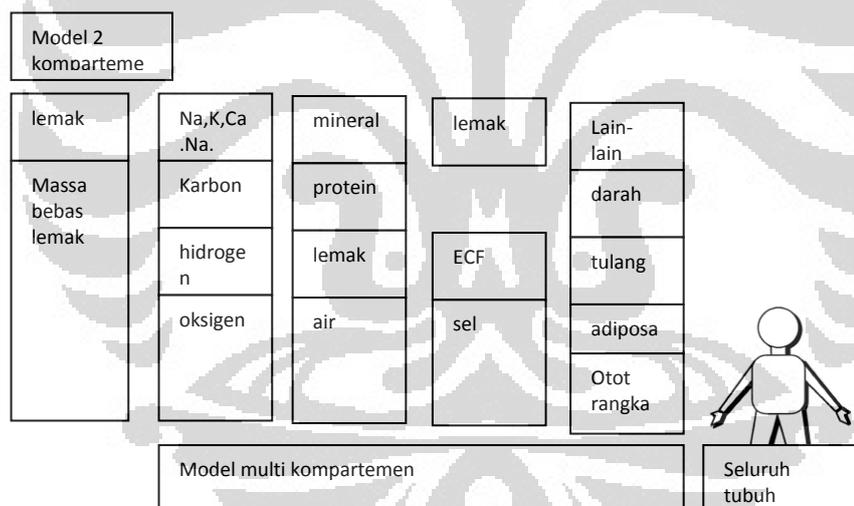
Model empat kompartemen untuk mengukur secara akurat komponen protein dan mineral. Protein diukur dengan analisa aktivasi neutron dan massa mineral tulang dengan *dual energy x-ray absorptiometry* (DXA). Kedua pemeriksaan ini dapat langsung memperkirakan massa lemak tubuh tanpa pemeriksaan berat badan di bawah air. Alternatif dari model 4 kompartemen yang tidak memerlukan pengukuran berat badan di bawah air adalah membagi massa tubuh tanpa lemak menjadi tiga kompartemen selular atau fisiologis: massa sel tubuh, cairan ekstraseluler dan komponen padat ekstraseluler. Massa sel tubuh diukur dengan menggunakan pengukuran kadar kalium dengan dilusi radioaktif ⁴⁰K. Cairan

Universitas Indonesia

ekstraseluler diukur dengan dilusi bromida atau sulfat. Komponen padat ekstrasel dapat menggunakan kadar kalsium total tubuh atau komponen mineral tulang.

Model multikompartemen¹⁷

Pengukuran masing-masing kompartemen dapat memberikan informasi yang meliputi kompartemen yang lain. Jika hanya menggunakan satu metode maka terdapat keterbatasan yang mengakibatkan pengukuran menjadi tidak pasti sehingga bila memungkinkan diperlukan pengukuran dengan metode yang berulang atau tumpang tindih untuk mendapat hasil yang akurat. Pengukuran DXA untuk massa lemak dan dilusi deuterium untuk total air dalam tubuh. Berdasarkan berbagai metode yang ada maka terdapat lima tingkat model komposisi tubuh berdasarkan Wang (gambar 2). Rekonstruksi komposisi tubuh dari tingkat elemental lebih akurat dan meminimalkan asumsi yang terkait densitas, hidrasi dan atau struktur tubuh.



Gambar 2.2 Model dua kompartemen dan model multikompartemen lima tingkat dari komposisi tubuh. ECS-extracellular solids; ECF-extracellular fluid

2.1.3 Metode Pengukuran Adiposit dan komposisi tubuh

Komposisi tubuh yang akurat sangat penting dalam penelitian obesitas. Berdasarkan cara pengukuran dan metode yang dipakai, maka pengukuran adiposit dan komposisi tubuh terdiri dari

a. Densitometri

Densitometri disebut juga penimbangan di bawah air, merupakan teknik klasik dalam mengukur komposisi tubuh dengan mengukur densitas total tubuh. Pengukuran ini berdasarkan prinsip bahwa lemak kurang padat dibandingkan air sehingga densitas tubuh seseorang dengan lemak tubuh yang banyak akan lebih rendah dibandingkan seseorang dengan lemak tubuh yang rendah.

Densitometri mengukur berat badan di udara dan di dalam air, pengukuran ini digunakan untuk memperkirakan volume tubuh (kehilangan berat badan di dalam air, koreksi dengan densitas air), densitas badan (berat badan di udara dibagi dengan kehilangan berat di dalam air), dan persentase lemak tubuh berdasarkan rumus standar.

Ketepatan dari densitometri tergantung dengan pengukuran dan penyesuaian volume paru residual. Kesalahan paling utama bila terdapat koreksi yang tidak akurat terhadap volume paru residual.²⁴ Metode densitometri membutuhkan waktu yang lebih lama, kesulitan yang lebih tinggi dan membutuhkan kerjasama dari pasien sehingga akan sulit untuk anak kecil, lanjut usia dan pasien dengan obesitas morbid.

Terdapat metode baru untuk mengukur volume tubuh dan densitas dengan mengukur perubahan udara. Metode ini lebih dapat diterima terutama pada anak kecil, lanjut usia atau populasi khusus lainnya. Metode ini disebut *air-displacement plethysmography* (ADP), mengukur volume tubuh dengan cara pasien duduk di dalam ruangan tertutup. Persentase lemak tubuh diperkirakan menggunakan volume dan massa tubuh. Volume tubuh dikoreksi dengan rerata udara di dalam paru-paru. Volume tubuh total diperkirakan menggunakan hukum gas, perbedaan tekanan udara di dalam ruang uji dengan dan tanpa pasien di dalamnya. Sistem pengukuran ini memiliki kepercayaan yang baik antara BOD POD dan densitometri ($R^2 = 0,78$ sampai $0,94$). Metode BODPOD memiliki reliabilitas R^2 $0,78$ sampai $0,91$ dibandingkan dengan DXA.²⁵ Dengan validitas yang baik dan pengukuran yang tidak sulit maka BOD POD menjadi pilihan dalam pengukuran densitometri terutama pada anak, perempuan hamil dan pasien dengan obesitas morbid. Alat ADP dapat dilihat pada gambar 2.3 dan densitometri pada gambar 2.4.



Gambar 2.3 Air displacement plethysmography



Gambar 2.4 Densitometri

Hidrometri⁹

Hidrometri atau metode dilusi adalah metode untuk mengukur total air tubuh menggunakan isotop deuterium, tritium dan udara yang ditandai oksigen ($H_2^{18}O$). Massa tubuh tanpa lemak diukur berdasarkan prinsip dilusi (proporsi air terhadap massa tubuh tanpa lemak relatif stabil: 0,73). Metode ini secara luas digunakan sebagai referensi untuk memperkirakan massa tubuh tanpa lemak dan total lemak tubuh.

Cara pengukuran dengan memberikan air berisotop yang diminum pasien setelah puasa sepanjang malam. Kemudian serum, urin atau saliva diperiksa sebelum air berisotop diberikan dan setelah selesai masa equilibrasi (umumnya antara 3 sampai 4 jam). Total air tubuh dihitung dengan persamaan dilusi berdasarkan derajat dilusi masing-masing isotop di dalam tubuh. Massa tubuh tanpa lemak

dihitung dengan rumus total air dalam tubuh/0,73 dan total lemak tubuh sebagai perbedaan antara berat badan dan massa tubuh tanpa lemak. Status hidrasi, perubahan berat badan dan penyakit dapat mempengaruhi validitas dari massa tubuh tanpa lemak dan lemak tubuh.

Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA)

Penilaian dengan DXA awalnya dikembangkan untuk mengukur densitas mineral tulang dan untuk mendiagnosis osteoporosis. Saat ini DXA menjadi salah satu metode paling sering digunakan untuk memperkirakan komposisi tubuh dalam studi klinis. Metode DXA dapat memperkirakan tiga komponen tubuh (massa tubuh tanpa lemak, massa lemak dan densitas mineral tulang) pada regio khusus, seperti lengan, kaki dan badan.

Metode DXA berdasarkan prinsip dua sinar X pada tingkat energi yang berbeda dan sangat rendah melewati tubuh dan dilemahkan secara berbeda oleh mineral tulang, jaringan lunak, jaringan lemak dan massa tubuh tanpa lemak. Metode DXA memaparkan pasien dengan tingkat radiasi yang amat sangat rendah sehingga aman untuk berbagai populasi termasuk anak (tidak aman untuk wanita hamil). Alat yang digunakan mahal dan tidak dapat dipindahkan sehingga membatasi dalam studi epidemiologi yang besar.

Metode DXA sangat tepat dalam memperkirakan komposisi tubuh sehingga menjadi pilihan dalam pemeriksaan komposisi tubuh. Studi oleh Kiebzak mendapatkan koefisien varians 0,62 untuk densitas mineral tulang total tubuh, 1,89 untuk persentase total lemak; 0,63 untuk massa total tubuh; 2 untuk massa lemak; 1,11 untuk massa tubuh tanpa lemak; 1,1 untuk kandungan mineral tulang dan 1,09 untuk total kalsium tulang.²⁶ Perbandingan komposisi tubuh antara DXA dan hidrodensitometri konsisten dalam memperkirakan persentase lemak tubuh. Metode DXA memiliki korelasi yang baik dalam memperkirakan massa lemak perut dan viseral perut sebesar 0,94 sampai 0,97 dan 0,86 sampai 0,90 dibandingkan dengan CT scan. *Dual-energy X-ray Absorptiometry* dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 *Dual-energy X-ray Absorptiometry*

Bioelectrical impedance analysis (BIA)

Pengukuran massa lemak tubuh dengan BIA menggunakan prinsip pengukuran impedans atau resistensi terhadap arus listrik kecil (umumnya 800 mikroA, 50kHz) yang melewati jaringan tubuh (contoh antara 2 elektroda yang dilekatkan pada tumit kanan dan tangan kanan). Metode ini berdasarkan prinsip bahwa resistensi terhadap aliran listrik adalah fungsi dari komposisi jaringan: semakin besar massa kering atau komponen air maka semakin cepat arus akan dihantarkan, sementara semakin besar jaringan lemak maka semakin besar resistensi terhadap arus listrik.⁹

Perkembangan teknologi BIA semakin pesat pada dua sampai tiga dekade terakhir dan metode BIA saat ini dapat memperkirakan komposisi tubuh pada anak dan remaja. Persentase massa lemak ditentukan dengan perhitungan menggunakan TBW (*total body water*) dan massa tubuh bebas lemak (diukur dengan DXA atau pengukuran di dalam air) sebagai variabel dependen dan resistensi terukur atau impedans sebagai variabel prediktor. Pengukuran arus listrik disesuaikan terhadap tinggi, usia, jenis kelamin, suku, berat dan pengukuran antropometri lainnya sehingga mengarah kepada populasi spesifik.

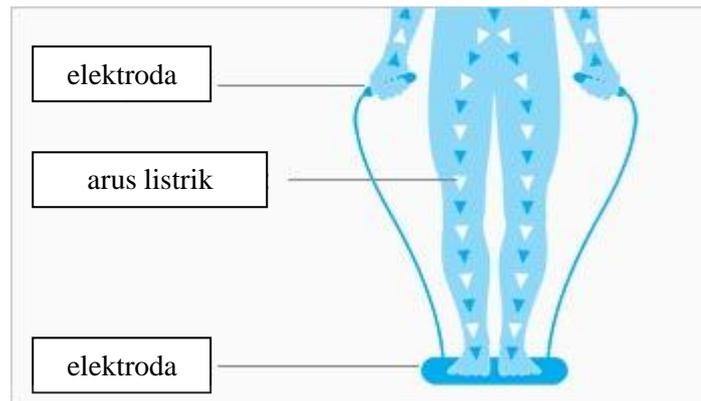
Pada tahun 1994, *National Institute of Health* menilai aplikabilitas metode BIA dan menyimpulkan bahwa BIA dengan frekuensi tunggal memberikan perkiraan yang terpercaya TBW dalam berbagai kondisi. Keterbatasan standarisasi metodologi membatasi kegunaan klinis karena dipengaruhi oleh berbagai variabel termasuk posisi tubuh, status hidrasi, konsumsi makanan dan minuman,

kelembaban udara, suhu tubuh, aktivitas fisik dan konduksi dari pemeriksaan. Sejak tahun 1994 terdapat dua kemajuan utama dalam teknologi dan model BIA, yang pertama model resistensi telah digantikan dengan model resistensi paralel yang dapat membedakan kandungan air intraseluler (ICW) dan air ekstraseluler (ECW); kedua adalah segmental dan multifrekuensi BIA yang dapat memberikan pengukuran komposisi tubuh yang lebih akurat daripada BIA frekuensi tunggal.

Penelitian membandingkan BIA multifrekuensi dengan DXA dalam menentukan persen massa lemak antara 591 subjek yang sehat.⁹ Studi tersebut menemukan hubungan antara BIA dan DXA sebesar 0,88 untuk seluruh populasi, 0,78 untuk lelaki dan 0,85 untuk perempuan. Persentase massa lemak yang ditentukan oleh BIA ($32,98\% \pm 8,00\%$) secara signifikan lebih rendah dari yang diukur oleh DXA ($34,72\% \pm 8,66\%$). Metode BIA memperkirakan massa lemak lebih 3,03% dan 4,405% saat persentase massa lemak <15% pada lelaki dan <25% pada perempuan; estimasi lebih rendah 4,32% dan 2,71% saat persentase massa lemak >25% pada lelaki dan >33% pada perempuan. Penelitian ini menyimpulkan BIA adalah metode alternatif yang baik untuk menilai persentase massa lemak pada subjek dengan massa lemak normal, namun cenderung memberikan perkiraan berlebih pada subjek dengan massa kering dan memberikan perkiraan rendah pada subjek dengan obesitas.⁹

Penggunaan alat terstandar, persamaan prediksi dan informasi komposisi tubuh merupakan hal yang penting dalam penggunaan klinis BIA. Perkiraan massa lemak pada obesitas berat harus diterjemahkan dengan seksama mengingat metode BIA cenderung *underestimate* persentase lemak tubuh dan *overestimate* massa bebas lemak pada populasi ini.

Ukuran dan bentuk bagian tubuh juga diketahui mempengaruhi pengukuran BIA, daerah dengan potong lintang yang lebih kecil (seperti kaki dan tangan) berkontribusi paling besar untuk resistensi seluruh tubuh. Hal ini dapat mempengaruhi persen massa lemak pada berbagai suku yang memiliki perbedaan struktur tubuh. Peralatan BIA dikelompokkan tidak mahal, *portable*, dan mudah dioperasikan sehingga dapat digunakan dalam studi epidemiologi.⁹



Gambar 2.6 *Bioelectrical impedance analysis*

2.1.4 Pengukuran adiposit menggunakan berat dan tinggi badan

Indeks adiposit dapat berasal dari kombinasi dari berat dan tinggi badan. Indeks adiposit yang paling sering digunakan adalah indeks massa tubuh (IMT). Studi oleh Keyes dengan memeriksa indeks berat-tinggi badan menemukan bahwa IMT memiliki korelasi tertinggi terhadap adiposit yang dinilai dengan pengukuran tebal lipatan kulit dan densitas tubuh.²⁷

Indeks massa tubuh adalah rasio berat badan dalam kilogram dibagi oleh kuadrat tinggi badan dalam meter. Indeks massa tubuh pada populasi dewasa menjadi indikator akan adiposit dan berhubungan dengan risiko morbiditas dan mortalitas pada dewasa. Pada anak, hubungan antara IMT dengan massa lemak bervariasi karena tinggi badan dan massa otot yang berkembang. Pada anak dan remaja penggunaan indeks massa tubuh sebagai pengukur massa lemak masih terbatas karena nilai standar referensi yang belum tersedia di semua negara.⁸

Nilai batas ditentukan dengan metode yang sama dengan nilai batas berat badan menurut tinggi badan. Sebagian besar negara menentukan persentil 85 dan persentil 95 dari kurva IMT menurut umur dan jenis kelamin untuk menentukan gizi lebih dan obesitas.

Indeks massa tubuh terdiri dari komponen massa tubuh. Komponen massa tubuh dibagi menjadi massa lemak dan massa non-lemak. Indeks massa tubuh = $\text{massa} / \text{tinggi badan}^2 = (\text{massa lemak} + \text{massa non-lemak}) / \text{tinggi badan}^2 = \text{massa}$

lemak/tinggi badan² + massa non-lemak/tinggi badan². Sehingga IMT sebagai penanda adiposit menyamakan massa lemak dan massa non-lemak.²⁸

Model hipotesis mortalitas menggunakan data IMT menunjukkan angka kematian meningkat dengan massa lemak dan menurun dengan massa non-lemak. Indeks massa tubuh tidak secara tepat dalam menggambarkan efek massa lemak dalam angka kematian walaupun hubungan yang tinggi dengan adiposa.²⁹

Berbagai studi melakukan evaluasi dari validitas IMT dalam memperkirakan massa tubuh dengan metode yang lebih baik. Gallagher memeriksa hubungan antara IMT dan massa lemak tubuh dengan menggunakan analisa metode empat kompartemen dan didapatkan koefisien korelasi antara IMT dengan massa lemak tubuh (%) pada perempuan kulit hitam sebesar 0,75 dan 0,72 pada perempuan kulit putih, sementara pada lelaki kulit hitam koefisien korelasi antara IMT dan massa lemak tubuh (%) adalah 0,63 dan 0,58 pada lelaki kulit putih. Koefisien korelasi antara IMT dan lemak tubuh absolut dari studi tersebut pada perempuan kulit hitam sebesar 0,89 dan 0,87 pada perempuan kulit putih; sebesar 0,78 pada lelaki kulit hitam dan 0,75 pada lelaki kulit putih.²⁹ Studi lain oleh Blew menemukan korelasi sebesar 0,81 antara IMT dan DXA.³⁰

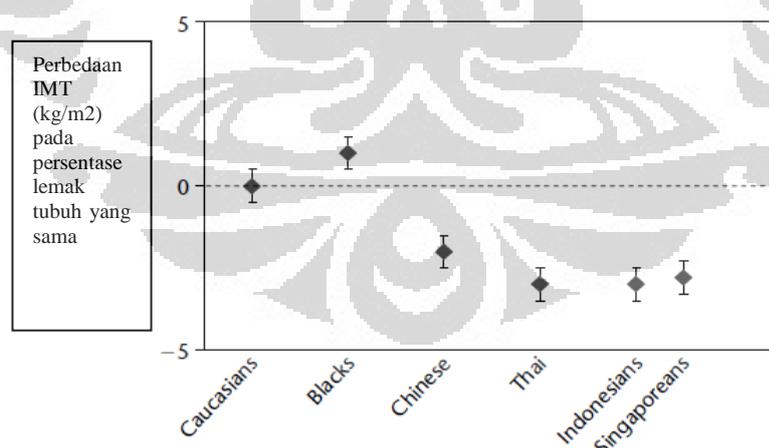
Indeks massa tubuh diketahui dapat menjadi prediktor massa lemak, namun tetap melalui pendekatan yang tidak langsung dan tidak sempurna. Komponen dari IMT termasuk massa lemak dan massa tubuh tanpa lemak. Komposisi relatif dari massa lemak dan massa tubuh tanpa lemak tergantung dari umur, jenis kelamin dan etnis.³¹

Massa lemak perempuan lebih tinggi daripada lelaki pada IMT yang sama. Pada anak, perubahan pertumbuhan mengakibatkan peningkatan massa tubuh tanpa lemak dibandingkan massa lemak.³²

Etnis turut memberikan perbedaan dari komposisi tubuh yang akhirnya mempengaruhi massa lemak. Wagner dan Heyward mengukur komposisi tubuh pada kulit putih dan hitam dan menemukan kepadatan mineral tubuh dan massa otot yang diukur dengan DXA lebih besar pada kulit hitam dibandingkan dengan

kulit putih.³³ Hal ini dapat disebabkan karena panjang lengan dan kaki yang relatif lebih panjang pada kulit hitam. Karena perbedaan bentuk tubuh maka etnis kulit hitam cenderung memiliki adiposit dan persentase lemak tubuh lebih rendah dari kulit putih dengan IMT yang sama. Beberapa studi menunjukkan meskipun etnis kulit hitam memiliki IMT lebih tinggi dari kulit putih tetapi persentase lemak tubuh yang dinilai dengan DXA tidak berbeda bermakna antara etnis kulit hitam dan kulit putih.^{29,34}

Etnis asia memiliki persentase massa lemak yang lebih tinggi daripada kulit putih dengan IMT yang sama. Studi oleh Deurenberg melakukan pengukuran massa lemak tubuh dengan metode DXA atau dilusi deuterium menemukan persentase massa lemak pada Asia lebih tinggi 3-5 persen dibandingkan etnis kulit putih pada IMT yang sama.¹⁰ Hal ini mungkin disebabkan oleh struktur tubuh etnis asia dengan tungkai yang lebih pendek. Studi oleh Deurenberg-Yap mendapatkan populasi Singapura dan India memiliki persentase lemak tubuh yang lebih besar daripada etnis China dan Malaysia.¹⁵ Penelitian oleh Deurenberg-Yap menggunakan metode dilusi dan densitometri untuk menilai massa lemak tubuh.¹⁵ Indeks massa tubuh dari orang China, Indonesia dan Thailand adalah 1,9; 3,2; dan 2,9 kg/m² lebih rendah dibandingkan kulit putih.¹¹



Gambar 2.7 Penyesuaian antara IMT dan persentase lemak tubuh pada etnis kulit putih pada usia dan jenis kelamin yang sama.

2.2 Massa lemak tubuh (MLT)

Proses pengukuran jaringan adiposa dan menentukan pengaruhnya terhadap kesehatan bukan hal mudah. Diagnosis berdasarkan IMT tidak memberikan gambaran massa lemak sebenarnya. Hubungan antara IMT dengan massa lemak bervariasi tergantung komposisi tubuh dan proporsinya.^{8,29}

Massa lemak pada anak perlu diterjemahkan dengan hati-hati karena tahapan tumbuh dan kembang yang dinamis. Selama proses pertumbuhan, perubahan tidak hanya meliputi tinggi badan tetapi juga komposisi tubuh, sehingga diagnosis obesitas berdasarkan satu jenis metode pengukuran dapat menyulitkan.

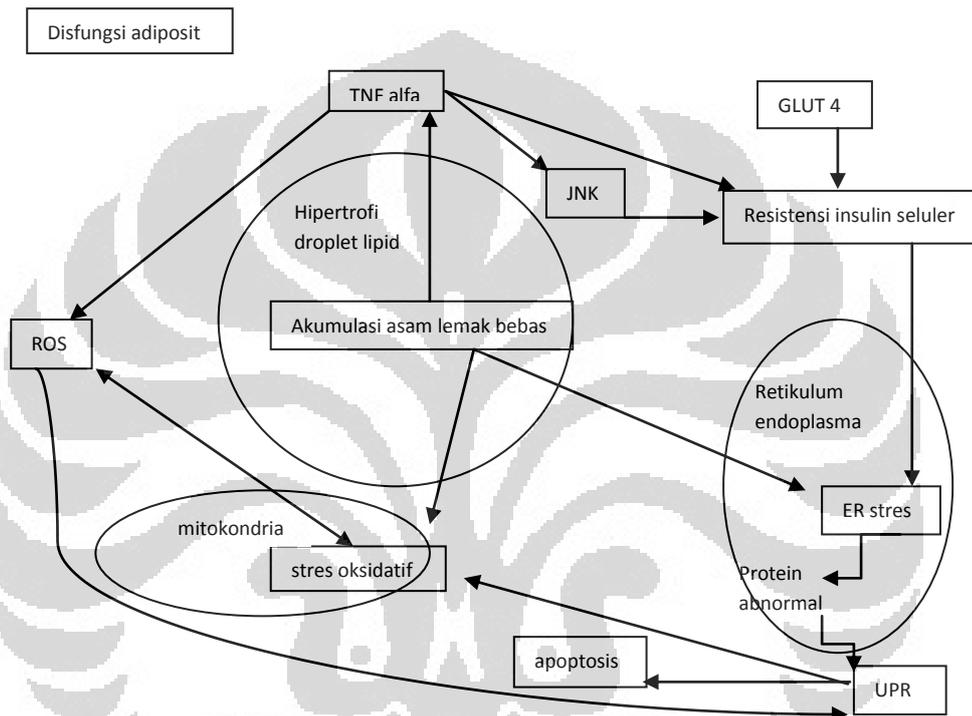
Proporsi tubuh secara normal juga akan berubah selama masa pubertas dan bervariasi antara suku dan etnik.⁸ Pola IMT secara normal akan menurun dari usia 2 tahun sampai usia 5-6 tahun dan meningkat setelahnya. Penurunan nilai IMT menandakan penurunan massa lemak subkutan dan persentase lemak tubuh. Peningkatan massa lemak akan meningkatkan risiko komplikasi dan jika menetap mengurangi angka harapan hidup.³⁵

Pada obesitas terjadi hipertrofi dan hiperplasi adiposit sebagai akibat dari ketidakseimbangan energi. Hipertrofi dan hiperplasi tersebut menyebabkan disfungsi sel. Retikulum endoplasma (RE) berfungsi untuk sintesis protein, pembentukan droplet lemak, dan pengaturan kolesterol. Retikulum endoplasma yang terganggu mengakibatkan akumulasi laktat, kegagalan pembentukan protein yang mengakibatkan pelepasan asam lemak bebas dan mediator inflamasi (TNF alfa, IL-6) ke sirkulasi sistemik.⁶

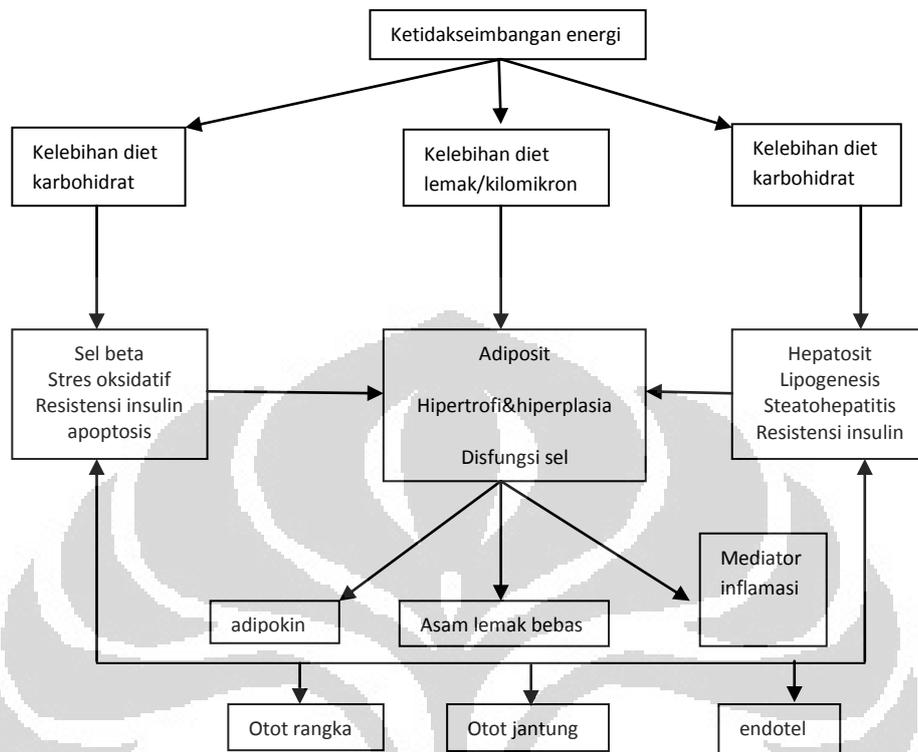
Asam lemak bebas yang meningkat menyebabkan penumpukan di organ-organ seperti hati, otot rangka, jantung, sel beta pankreas. Organ-organ yang mengalami penumpukan lemak dapat mengalami kerusakan seluler dan mengakibatkan disfungsi ventrikel pada otot jantung, resistensi insulin pada otot rangka dan penurunan fungsi mitokondria. Resistensi insulin menyebabkan peningkatan produksi insulin dan lipolisis sehingga konsentrasi lemak bebas semakin meningkat. Pada sel beta pankreas dapat menyebabkan penurunan fungsi bahkan apoptosis. Mediator inflamasi seperti TNF alfa yang diproduksi oleh makrofag

Universitas Indonesia

dalam jaringan adiposa dan sel adiposit menghambat aktivitas lipoprotein lipase dan meningkatkan lipolisis. Lipoprotein lipase berfungsi memecah trigliserida dalam sirkulasi, penurunan enzim ini menyebabkan peningkatan trigliserida dalam sirkulasi. Aktivitas insulin pada adiposit dihambat oleh TNF alfa. Adiposit menghasilkan IL-6 yang menyebabkan peningkatan produksi C-reaktif protein (CRP) oleh hati. Protein fase akut ini merupakan faktor risiko independen untuk diabetes melitus tipe 2 dan penyakit serebrovaskular.⁶



Gambar 2.8 Disfungsi adiposit⁶



Gambar 2.9 Patogenesis disfungsi adiposit dan kerusakan organ⁶

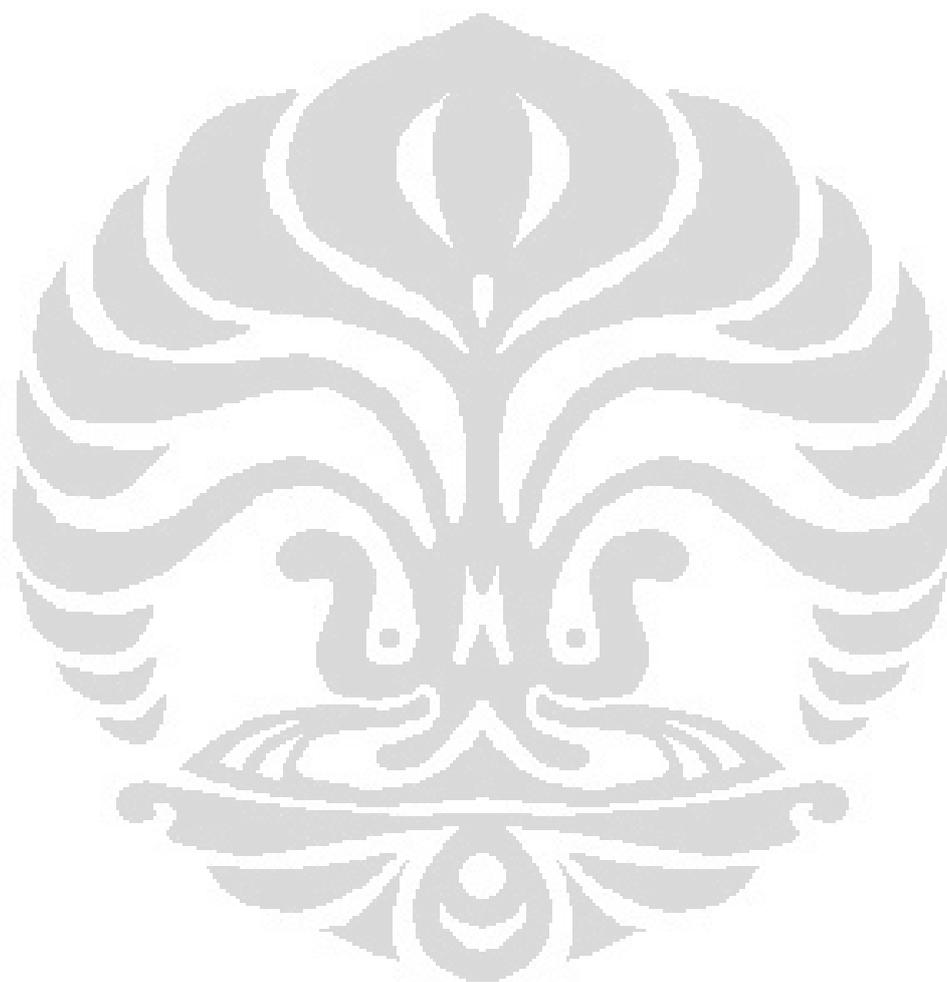
Tabel 2.1 Perbandingan metode-metode untuk menilai komposisi tubuh⁹

Metode	Deskripsi	Kelebihan dan kekurangan
Pengukuran dalam air (<i>densitometry</i>)	Metode ini berdasarkan prinsip bahwa lemak lebih daripada air dan individu dengan lemak tubuh yang lebih banyak akan memiliki densitas tubuh yang lebih rendah. Teknik ini meliputi pengukuran subjek di udara dan dalam air. Persen lemak tubuh dihitung berdasarkan rumus yang didasarkan dari model dua kompartemen.	Densitometri telah dipertimbangkan sebagai standar emas untuk mengukur komposisi tubuh. Namun prosedur ini membutuhkan waktu dan kerja sama dari subjek. Metode ini tidak sesuai untuk anak dan dewasa tua.
<i>Air displacement plethysmography</i> (ADP)	Metode ADP dikembangkan dengan menggunakan udara untuk mengukur volume dan densitas tubuh. Sistem komposisi tubuh BOD POD telah divalidasi terhadap densitometri.	Prosedur ini relatif cepat, lebih nyaman dan tidak membutuhkan subyek untuk menyelam di dalam air. Metode ini merupakan alternatif terhadap metode densitometri tradisional, terutama untuk anak.
Metode dilusi (<i>hydrometry</i>)	Metode ini mengukur total air dalam tubuh dengan isotop (deuterium yang paling sering digunakan) berdasarkan prinsip air tetap berada pada proporsi yang stabil pada anak pada massa bukan lemak. Total air tubuh dikalkulasi dengan persamaan dilusi tervalidasi.	Prosedur sederhana, aman, dan relatif tidak mahal. Pengukuran jumlah total air memiliki ketepatan dan akurasi yang tinggi. Pengukuran ini dapat digunakan untuk mengukur komposisi tubuh dari pasien obesitas morbid. Perbandingan antara jumlah air tubuh terhadap massa tubuh bebas lemak sebesar 0,73 tidak dapat dilakukan pada pasien yang sakit, fase awal penurunan berat badan atau memiliki status hidrasi yang berbeda

Metode	Deskripsi	Kelebihan dan kekurangan
<i>Dual-energy X ray absorptiometry</i> (DXA)	Teknik ini didasarkan pada prinsip dua sinar X yang sangat rendah namun berbeda energi yang melewati tubuh dilemahkan secara berbeda oleh jaringan mineral tulang dan jaringan lunak. Metode ini memperkirakan tiga komponen dari tubuh (massa bebas lemak, massa lemak, dan kepadatan mineral tulang) untuk daerah yang spesifik seperti tangan, kaki atau badan.	Prosedur ini memiliki ketepatan yang sangat tinggi dalam mengukur massa lemak dan massa kering dan diterima sebagai metode rujukan dalam pengukuran komposisi tubuh. Paparan sinar X yang sangat rendah menjadikan metode ini aman untuk anak tetapi tidak sesuai untuk ibu hamil. Alat DXA mahal dan tidak mudah untuk dibawa. Metode ini tidak dapat secara akurat membedakan lemak visceral dengan lemak subkutan.
CT/MRI	Kedua metode baik CT scan atau MRI memberikan gambaran resolusi tinggi dari jaringan atau organ dan dipertimbangkan sebagai metode paling akurat untuk menilai komposisi tubuh dan distribusi lemak di tingkatan organ-jaringan	Kedua metode secara akurat menilai persentase lemak tubuh dan visceral dan subkutan. Keuntungan utama dari MRI dibandingkan CT adalah kurangnya paparan radiasi. Kedua teknik ini mahal dan tidak tersedia dengan cepat. Metode ini umumnya tidak dapat menilai orang dengan obesitas morbid.
Antropometri IMT	Indeks massa tubuh merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk menilai adiposit. Validitas IMT dalam memperkirakan massa lemak tubuh dukur dengan referensi sesuai usia, jenis kelamin dan kelompok suku.	Metode ini sederhana dan mudah untuk dihitung. Nilai standar telah ada untuk mendefinikan berat badan lebih dan obesitas pada populasi umum. Metode IMT merupakan metode tidak langsung dan tidak sempurna untuk menilai massa lemak tubuh karena tidak membedakan komponen massa lemak dan massa bukan lemak. Pada

Metode	Deskripsi	Kelebihan dan kekurangan
Antropometri IMT		populasi Asia, dengan IMT yang sama namun memiliki massa lemak yang lebih tinggi.
Lingkar pinggang dan rasio pinggang – panggul	Lingkar pinggang dan ratio pinggang panggul mengukur obesitas abdominal atau obesitas sentral. Kedua variabel telah divalidasi terhadap DXA dan CT scan.	Pengukuran pinggang dan panggul relatif mudah dilakukan meskipun belum semua prosedur pengukuran sudah terstandarisasi. Lingkar pinggang merupakan salah satu kriteria untuk mendefinisikan sindroma metabolik. Interpretasi rasio pinggang panggul lebih kompleks dan makna biologis lingkar panggul masih belum jelas
Tebal lipatan kulit	Metode ini membutuhkan alat khusus untuk mengukur ketebalan kulit dan lemak di daerah yang telah ditentukan (trisep, bisep, subskapular, abdomen dan paha). Metode ini untuk penilaian tidak langsung dari distribusi lemak tubuh. Metode ini juga bisa untuk memprediksi persen massa lemak dengan persamaan/formula prediksi.	Pengukuran ini sederhana dan telah menunjukkan dapat memprediksi massa lemak total dan distribusi terutama pada anak. Namun kesalahan antara pengamat cukup besar. Kemampuan metode ini untuk memprediksi morbiditas dan mortalitas belum tegak.
<i>Bioelectrical impedance analysis (BIA)</i>	BIA berdasarkan prinsip bahwa resistensi terhadap arus listrik AC adalah fungsi dari komposisi jaringan: semakin kering atau banyak air maka resistensi akan rendah. Prediksi menggunakan persamaan dengan memperhitungkan persen	Alat BIA relatif tidak mahal, dapat dibawa dan dioperasikan dengan mudah. Metode ini dapat digunakan pada studi lapangan. Penggunaan alat dan prediksi harus distandarisasi. Metode ini mengukur jumlah air tubuh sehingga akurasi dipengaruhi oleh struktur tubuh, status hidrasi dan penyakit.

Metode	Deskripsi	Kelebihan dan kekurangan
<i>Bioelectrical impedance analysis (BIA)</i>	massa lemak, massa bebas lemak, dan air tubuh. Metode dengan frekuensi multipel telah menggantikan BIA frekuensi tunggal	



Universitas Indonesia

2.3 Obesitas

Obesitas secara umum didefinisikan sebagai akumulasi berlebih atau abnormal dari lemak pada jaringan adiposit sampai pada batas dimana kesehatan akan terganggu.¹ Metode untuk mendefinisikan obesitas saat ini secara umum menggunakan pengukuran berat badan bukan massa lemak. Hal ini dapat mengakibatkan seorang atlet dengan massa otot yang tinggi akan diklasifikasikan sebagai gizi lebih sementara anak dengan massa otot yang rendah namun memiliki kelainan endokrin dan peningkatan massa lemak tidak diklasifikasikan sebagai obesitas.²

2.3.1 Prevalens obesitas

Obesitas sudah menjadi masalah global dan prevalens obesitas meningkat di negara berkembang lainnya seperti di Thailand selama 1991-1993 dari 12,2% menjadi 15,6% dan India selama 2006-2009 dari 9,8 menjadi 11,7%.⁴ Laporan Riskesdas 2010 menyatakan angka kegemukan nasional meningkat dari 12,2% di tahun 2007 menjadi 14% pada 2010.⁵

Prevalens obesitas di Indonesia mengalami peningkatan jika dibandingkan hasil Riskesdas 2010 dengan Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) pada tahun 1989 yang memberikan hasil 4,6% anak lelaki dan 8% anak perempuan menderita obesitas. Pada laporan Riskesdas, populasi anak dibagi menjadi 6-12 tahun, dengan obesitas sebesar 9,2%; usia 13-15 tahun dengan obesitas sebesar 2,5% dan usia 16-18 tahun dengan angka obesitas 1,4%.⁵

2.3.2 Kriteria diagnosis obesitas pada anak

Kriteria diagnosis obesitas menggunakan pengukuran antropometri. Pengukuran antropometri yang digunakan adalah :

1. Mengukur berat badan menurut berat badan ideal berdasarkan tinggi badan (BB/TB). Obesitas pada anak didefinisikan sebagai berat badan menurut tinggi badan di atas persentil 90 atau 120% dibandingkan dengan berat badan ideal. Superobesitas didefinisikan dengan berat badan lebih besar dari 140% dari berat badan ideal. Cara ini mencerminkan proporsi atau penampilan tetapi tidak mencerminkan massa lemak tubuh.⁷

2. Indeks massa tubuh (IMT) berdasar jenis kelamin dan umur anak. Pengukuran IMT adalah cara termudah memperkirakan obesitas dengan nilai batas: < persentil ke-5 adalah berat badan kurang; \geq persentil ke-85 untuk berat badan lebih; dan \geq persentil 95 adalah gemuk atau obesitas. Pada tahun 2006, WHO mengeluarkan kurva baru IMT menurut umur dan jenis kelamin dengan klasifikasi berdasarkan Z skor: 0-5 tahun Z skor $\geq +1$: berpotensi gizi lebih, $\geq +2$ gizi lebih dan ≥ 3 obesitas. Untuk usia 5-19 tahun menggunakan WHO 2007: Z skor $\geq +1$ diklasifikasikan sebagai gizi lebih dan Z skor $\geq +2$ sebagai obesitas. Indeks massa tubuh berdasarkan persentil dapat dilihat pada kurva IMT CDC NCHS 2000 dengan kriteria berat badan lebih persentil 85 – 94 dan obesitas \geq persentil ke 95.⁷

3. Pengukuran langsung lemak subkutan dengan mengukur tebal lipatan kulit (TLK). Indikator obesitas adalah tebal lipatan kulit triseps diatas persentil 85. Pengukuran TLK yang ideal untuk mendapatkan proporsi lemak adalah TLK biseps, triseps, subskapularis, dan suprailiaka.⁷

Antropometri bervariasi menurut ras, sehingga negara-negara lain menetapkan standar yang sesuai dengan karakteristik masing-masing. Negara seperti Inggris, Belanda, Italia, Perancis, Swedia, Hong Kong dan Cina telah memiliki kurva standar pertumbuhan. Amerika Serikat menggunakan kurva CDC 2000 untuk mendefinisikan obesitas pada anak usia 2-12 tahun dengan gizi lebih bila berada pada persentil 85-94 dan obesitas $>$ persentil 95. *International Obesity Task Force* (IOTF) berdasarkan studi di 6 negara yaitu Brazil, Inggris, Hong Kong, Belanda, Singapura, Amerika Serikat, menggunakan relasi IMT dengan IMT saat usia 18 tahun dengan nilai batas 25 kg/m^2 untuk gizi lebih dan 30 kg/m^2 untuk obesitas. *World Health Organization* (WHO) menggunakan kurva WHO 2006 IMT/U Z skor >1 untuk gizi lebih dan >2 untuk obesitas. Kurva WHO 2007 merupakan ekstrapolasi dari data NCHS 1977.^{4,8}

Indonesia saat ini melalui UKK Nutrisi metabolik menggunakan IMT WHO 2006 sebagai panduan diagnosis obesitas untuk anak usia 0-2 tahun dengan kriteria gizi lebih bila Z skor $> +2$, obesitas bila $> +3$. Untuk anak usia 2-18 tahun

menggunakan grafik IMT CDC 2000 dengan nilai batas untuk berat badan lebih adalah $> P_{85} - P_{94}$ dan obesitas bila $\geq P_{95}$ grafik IMT CDC 2000.³⁶

2.3.3 Tata laksana obesitas

Faktor yang multifaktorial menyebabkan tata laksana obesitas pada anak bisa menjadi individual. Panduan umum untuk tatalaksana obesitas dapat dibagi menjadi tata laksana nutrisi dan tata laksana medis.

2.3.3.1 Tata laksana nutrisi

Obesitas sangat multifaktorial dan nutrisi merupakan salah satu dari pendekatan yang digunakan untuk tatalaksana obesitas. Setiap anak atau remaja dengan obesitas memiliki faktor-faktor yang berbeda yang berhubungan dengan obesitasnya. Tujuan utama dari terapi nutrisi adalah keseimbangan energi mencapai berat badan yang sehat untuk tubuh kembang.³⁷

2.3.3.1.1 Pengurangan asupan kalori

Untuk obesitas pengurangan kalori berkisar 200-500 kalori per hari dengan target penurunan berat badan 0,5 kg/minggu. Penurunan berat badan dengan target 10% di atas berat badan ideal atau dipertahankan tidak bertambah karena pada anak masih terdapat pertumbuhan linear.⁷

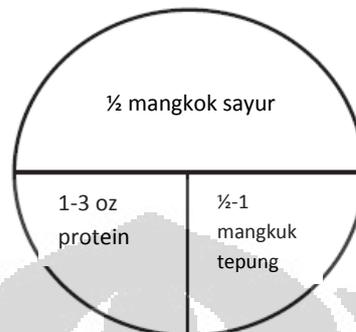
2.3.3.1.2 Edukasi nutrisi

Panduan nutrisi yang dapat dilakukan untuk aktivitas sehari-hari :

Faktor lingkungan :

- Makan ditujukan untuk mengatasi lapar bukan untuk mengisi waktu senggang.
- Makan hanya di waktu makan yang telah ditentukan dan di waktu kudapan yang telah ditentukan.
- Makan jika dimungkinkan dengan keluarga sehingga terjadi interaksi sosial dan waktu dihabiskan untuk menunggu makanan dihidangkan untuk semua anggota keluarga. Hal ini akan berkontribusi untuk kepuasan makan dan psikologis.

- Makan dengan porsi yang normal. Makan dengan menu sehat terdiri dari setengah berisi sayuran, satu per empat berisi tepung/karbohidrat dan satu per empat dengan sumber protein (daging, ikan) (gambar 4).



Gambar 2.10 Contoh makanan sehat²¹

- Tidak makan di depan televisi atau makan kudapan saat bermain atau bekerja dengan video atau komputer.

Pilihan makanan :

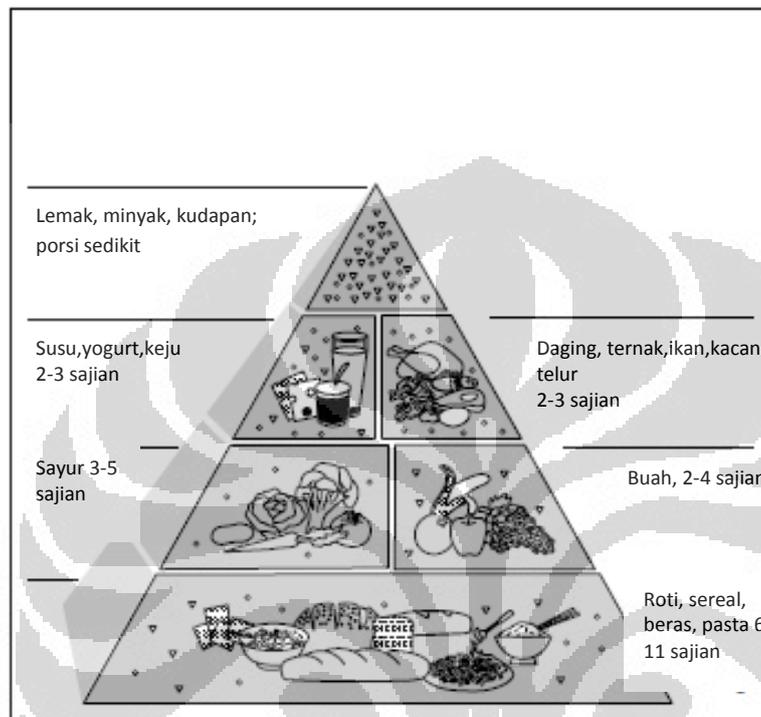
- Pilih makanan lengkap (bukan bagian-bagian) atau makanan yang tidak instan atau sudah diproses, persiapkan makanan di rumah.
- Bahan-bahan alami, mentah, dibandingkan dengan makanan siap saji.
- Waktu yang diperlukan untuk makan makanan yang lengkap lebih banyak, sebagai contoh untuk makan satu buah apel akan lebih lama dibandingkan jus apel. Hal ini akan membantu kepuasan makan.
- Minum air putih atau air dengan jus dibandingkan hanya jus buah atau minuman berkarbonasi.
- Minum susu *semi-skimmed* atau yogurt rendah lemak.
- Hindari sereal dengan pelapis coklat atau gula.
- Hindari biskuit, coklat, kripik, atau kudapan padat energi pada saat senggang. Pilihan di saat waktu kudapan adalah buah atau sayur.

Persiapan makan :

- Masak dengan panggang, rebus atau kukus.
- Hindari pemberian butter atau lemak untuk memassak.

Faktor perilaku :

- Kontrol yang fleksibel pada perilaku makan dengan pengertian mendalam dibandingkan dengan kontrol yang kaku.
- Cari strategi untuk bertahan dengan stres atau kebosanan.



Gambar 2.11. Piramida makanan ³⁷

2.3.3.2 Tata laksana medis

Tatalaksana medis dapat dibagi menjadi modifikasi gaya hidup, terapi psikoterapi, obat-obatan dan pembedahan. ³⁸

2.3.2.1 Terapi farmakologis

Terapi farmakologis untuk obesitas dengan tujuan penurunan berat badan dapat dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu : ³⁹

1. Obat yang bekerja pada sistem saraf pusat, bekerja pada neuron yang terlibat dalam pengaturan nafsu makan dan kepuasan. Contoh obat adalah sibutramin.
2. Obat yang bekerja pada sistem saraf pusat atau perifer yang bertujuan meningkatkan pengeluaran energi. Golongan ini dapat dibagi menjadi obat yang

meningkatkan stimulasi pengeluaran energi atau obat yang secara spesifik menstimulasi penggunaan lemak. Sibutramin memiliki efek pengeluaran energi.

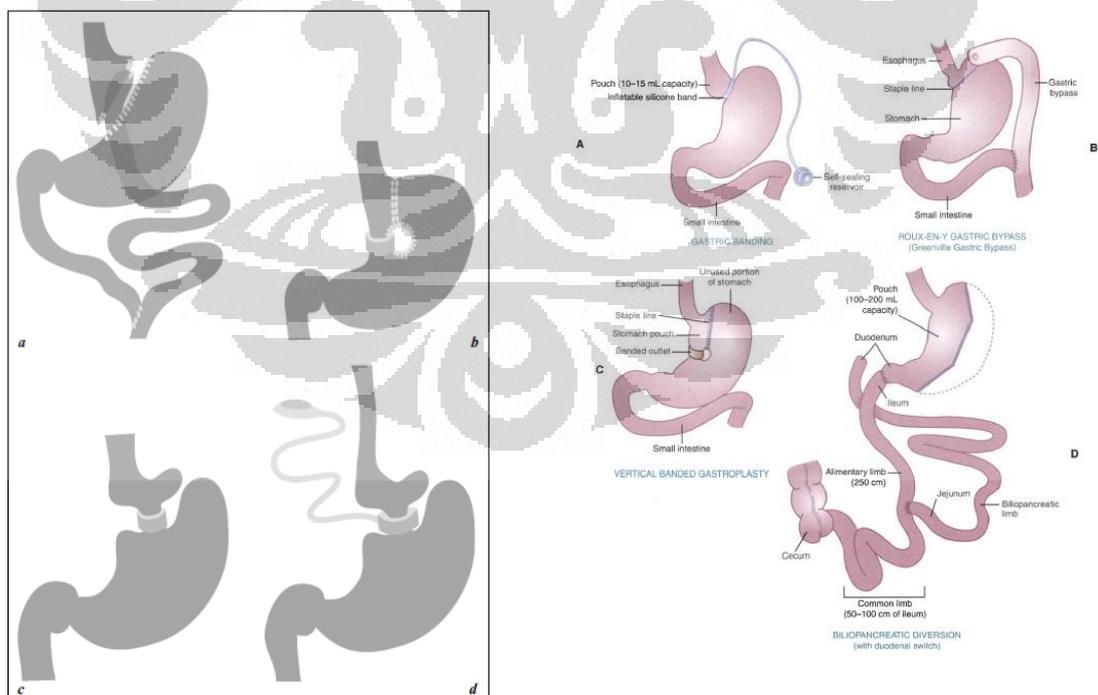
3. Obat yang menghambat penyerapan energi dari usus. Orlistat adalah salah satu bahan yang mengurangi penyerapan lemak.

2.3.3.3 Pembedahan

Pembedahan pada obesitas saat ini terdapat empat metode yang umum digunakan, yaitu :

1. pengikatan lambung dengan karet tetap (*fixed band*)
2. pengikatan lambung dengan karet yang dapat diatur (*variable band*)
3. *gastric bypass*
4. *vertical banded gastroplasty*

Keempat metode pembedahan tersebut dapat dilihat dalam gambar 6. Risiko komplikasi pasca pembedahan dikatakan relatif rendah. Sementara untuk metode *bileo-pancreatic bypass* dan *duodenal switch* masih terbatas informasi seputar metode ini dan mungkin efek samping yang lebih berat. Metode jejuno-ileal tidak digunakan karena efek samping yang berat.⁴⁰



Gambar 2.12 Pembedahan bariatrik pada obesitas

2.3.3.4 Modifikasi gaya hidup

Dalam dekade terakhir perilaku sedenter menjadi meningkat. Anak tidak lagi terbiasa ke sekolah dengan berjalan atau bermain bersama teman-temannya. Lingkungan perumahan tidak lagi memperbolehkan anak-anak untuk bermain di luar rumah karena alasan keamanan. Saat ini aktivitas di saat waktu luang adalah dengan menonton dan komputer dan *video game* dibandingkan melakukan aktivitas fisik.⁴¹

Pola makan dengan ketersediaan makanan cepat saji yang mudah didapat dan terjangkau bagi lebih banyak orang. Ketersediaan makanan sehat sangat bervariasi baik jenis dan harga di setiap negara. Pemerintah, sekolah dan pengusaha sangat penting perananannya untuk menyediakan makanan sehat yang terjangkau bagi semua keluarga di suatu negara.

Pola hidup sehat, termasuk makan dan olahraga, akan mudah menjadi kebiasaan saat dewasa jika dijalankan sejak awal sehingga tatalaksana obesitas berupa kesadaran perilaku sehat harus dimulai sejak anak-anak.

2.3.3.5 Psikoterapi

Terapi psikoterapi pada obesitas anak yang utama adalah terapi kognitif perilaku pada keluarga. Tujuan utama psikoterapi adalah untuk menciptakan kesadaran untuk perubahan gaya hidup pada keluarga dan pasien obesitas.⁴¹

Tipe psikoterapi dipilih sesuai dengan usia dari anak yang mengalami obesitas. Anak pra-sekolah umumnya akan menerima kelompok yang dibentuk dari luar maka metode pengajaran berkelompok dapat menjadi pilihan. Pada anak besar, umumnya membentuk kelompok sendiri, sehingga terapi individual menjadi pilihan utama. Keluarga memegang peranan penting dalam semua tahapan kehidupan baik anak maupun remaja sehingga terapi keluarga sangat membantu pada pasien obesitas di semua tahapan usia.⁴¹

Keluarga sebagai pihak terdekat sebanyak mungkin dilibatkan dalam diet dan olahraga pasien obesitas. Keluarga memberikan dukungan positif, peka dan penuh penghargaan oleh anggota keluarga kepada pasien obesitas. Dukungan positif

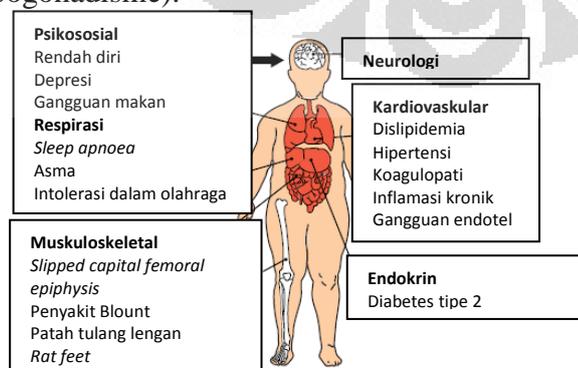
pada penurunan berat badan walaupun sedikit akan memberikan dorongan lebih besar untuk melanjutkan diet dan penurunan berat badan yang lebih besar.⁴¹

2.3.4 Komplikasi obesitas

Obesitas pada anak meningkatkan risiko obesitas pada dewasa dan berhubungan dengan risiko penyakit kardiovaskular seperti hipertensi, diabetes melitus dan dislipidemia. Berat badan yang meningkat lebih dari normal merupakan penentu risiko kardiovaskular dewasa.³⁵ Obesitas merupakan penyebab tersering resistensi insulin pada anak dan berhubungan dengan dislipidemia, diabetes tipe 2 dan komplikasi vaskular jangka panjang.^{6,35}

Seseorang dengan sindrom metabolik memiliki risiko sebanyak 2-3 kali lebih banyak untuk mendapat serangan jantung atau stroke dan 5 kali lebih sering untuk mendapat diabetes tipe 2 dibandingkan seseorang tanpa sindrom metabolik.⁴² Obesitas pada anak merupakan prediktor yang bermakna untuk terjadinya sindrom metabolik dan hal ini menunjukkan pentingnya pengendalian berat badan sejak dini.

Obesitas dapat menyebabkan gangguan psikososial (rendah diri, depresi, gangguan makan), gangguan neurologis (pseudotumor serebri), gangguan pernapasan (apnea, asma, intoleransi aktivitas fisik), gangguan kardiovaskular (dislipidemia, hipertensi, koagulopati, inflamasi kronik, disfungsi endotel), gangguan renal, gangguan gastrointestinal (steatohepatitis, batu empedu), gangguan muskuloskeletal (*slipped capital femoral epiphysis*, *Blount's disease*, flat feet), gangguan endokrin (diabetes tipe 2, pubertas prekoks, PCOS, hipogonadisme).³



Gambar 2.13 Komplikasi obesitas³

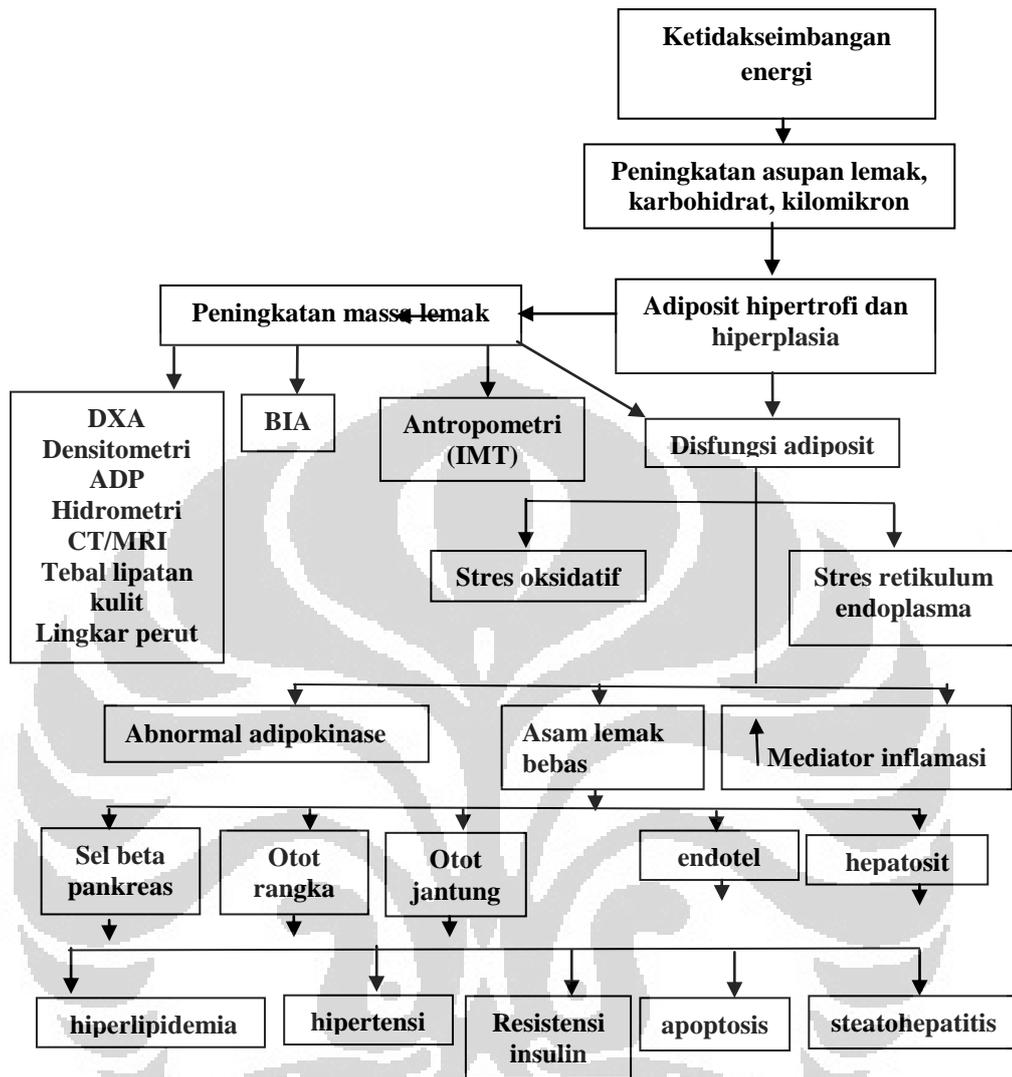
BAB 3

KERANGKA TEORI DAN KONSEP

3.1 Kerangka teori

Pada obesitas terdapat ketidakseimbangan energi yang ditandai asupan berlebih dari karbohidrat, lemak dan kilomikron. Hal ini menyebabkan peningkatan adiposit berupa proses hipertrofi dan hiperplasi yang bermanifestasi sebagai peningkatan massa lemak tubuh. Proses peningkatan massa lemak tubuh dapat diidentifikasi dengan berbagai metode pengukuran yaitu BIA, antropometri dan pengukuran lainnya (DXA, densitometri, ADP, hidrometri, CT/MRI)

Massa lemak tubuh yang meningkat karena hipertrofi dan hiperplasi adiposit menyebabkan terjadinya disfungsi adiposit dengan terjadinya peningkatan oksigen spesies reaktif, stres oksidatif pada mitokondria dan retikulum endoplasma yang mengakibatkan abnormalitas adipokinase (adiponektin, leptin), peningkatan asam lemak bebas dan mediator inflamasi (TNF alfa, IL-6). Perubahan tersebut mempengaruhi keadaan sistemik dan organ-organ jantung, hati, pankreas, otot rangka dan sistem vaskular. Pada akhirnya menyebabkan komorbiditas berupa hiperlipidemia, hipertensi, resistensi insulin, diabetes tipe 2, steatohepatitis dan apoptosis sel.



Gambar 3.1 Kerangka teori

BIA : *bioelectrical impedance analysis*

DXA : *dual x-ray absorptiometry*

ADP: *air displacement plethysmography*

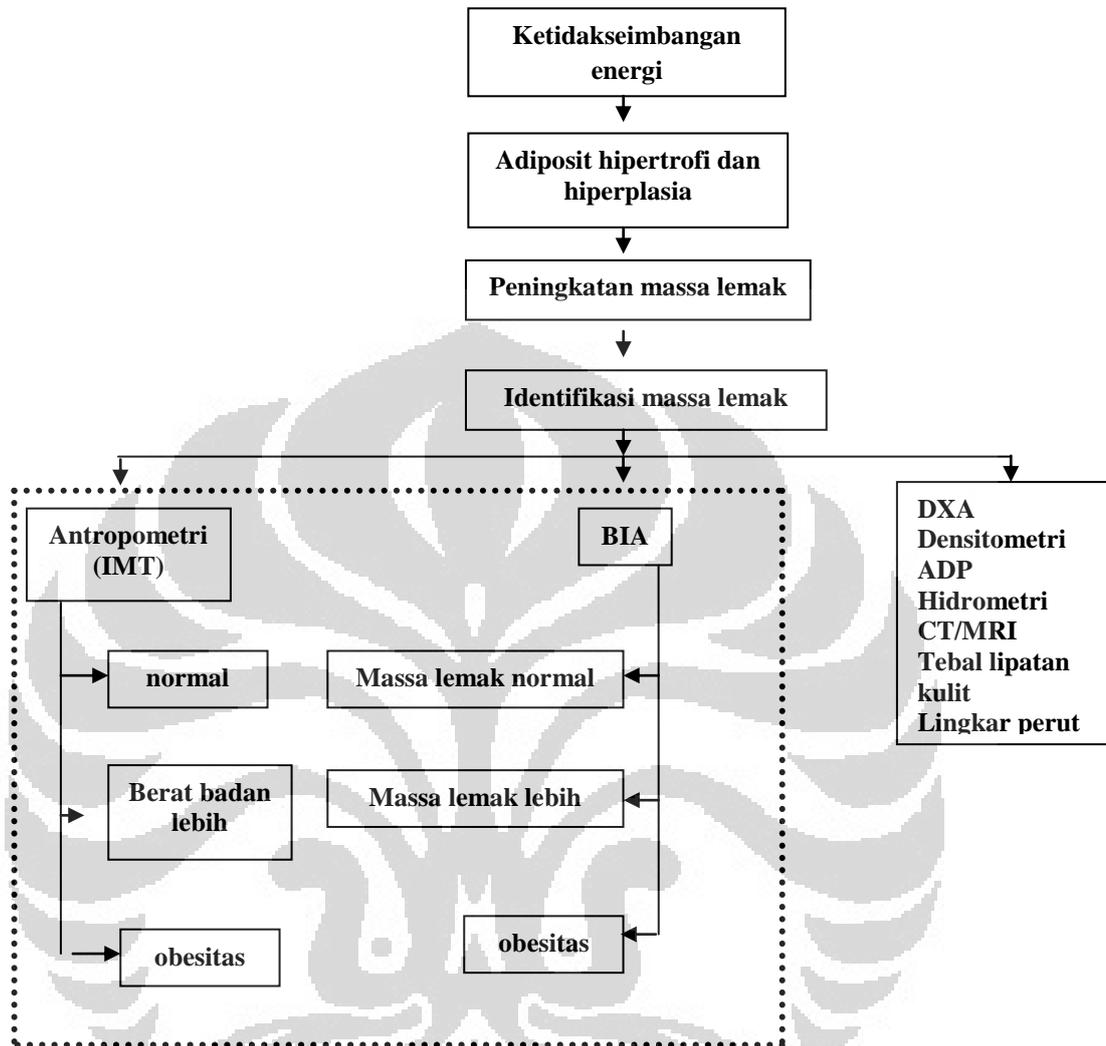
CT: *computed tomography*

MRI: *magnetic resonance imaging*

3.2 Kerangka konsep

Pada anak dengan ketidakseimbangan energi yang mengakibatkan hipertrofi dan hiperplasi adeposit dapat diidentifikasi dengan mengukur massa lemak tubuh. Pengukuran massa lemak tubuh dapat dilakukan dengan berbagai metode. Saat ini metode antropometri menggunakan IMT yang paling umum digunakan namun tidak dapat membedakan massa lemak dan non-lemak. Pengukuran yang dapat menilai massa lemak tubuh salah satunya dengan BIA. Massa lemak tubuh yang terukur dengan metode IMT dan BIA akan dikelompokkan sesuai umur dan jenis kelamin kemudian dinilai korelasi antara nilai IMT dan BIA.





Gambar 3.2 Kerangka konsep

BIA : *bioelectrical impedance analysis*

DXA : *dual x-ray absorbtometry*

ADP: *air displacement plethysmography*

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain penelitian

Desain penelitian adalah potong lintang analitik.

4.2 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di SD negeri dan swasta di Jakarta Pusat pada tanggal 23 Januari – 23 Maret 2016. Penelitian di 8 SD negeri dan 2 SD swasta.

4.3 Populasi penelitian

Populasi target penelitian ini adalah pasien anak usia sekolah dasar 7-12 tahun yang bersekolah pada SD negeri dan swasta di Jakarta Pusat.

4.4 Kriteria penerimaan

4.4.1 Kriteria inklusi:

- Anak sehat yang bersekolah di SD negeri dan swasta di Jakarta Pusat selama periode penelitian.

4.4.2 Kriteria eksklusi:

- Anak dengan orangtua atau wali tidak bersedia ikut serta dalam penelitian.
- Anak dengan edema, organomegali.

4.5 Metode pengambilan sampel

Metode pengambilan sampel pada awalnya direncanakan secara *stratified random sampling*, yang pertama adalah dengan mengambil secara acak 20 SD dari seluruh sekolah dasar negeri dan swasta di Jakarta Pusat, kemudian dilakukan pengambilan sampel secara acak sebanyak 65 anak dari tiap sampel SD untuk mencapai jumlah sampel sebanyak 1.300 anak. Pada penelitian ini sampel tidak mungkin diacak pada setiap sekolah karena waktu masuk sekolah dan mata pelajaran yang berbeda setiap tingkatan kelas. Kelas 1 dan 2 umumnya masuk pukul 07.00-10.00 dan kelas 4 masuk pukul 10.00-13.00. Pihak dinas pendidikan memberikan izin penelitian dengan catatan tidak mengganggu aktivitas belajar sehingga saat mengambil sampel disesuaikan dengan mata pelajaran yang berlangsung. Hal ini menyebabkan pengambilan sampel dilakukan secara *cluster*

random sampling dengan mengacak sekolah negeri dan swasta kemudian mengambil seluruh sampel di sekolah yang terpilih anak dalam rentang usia 7-12 tahun sampai terpenuhinya jumlah sampel.

4.6 Estimasi besar sampel

Perkiraan besar sampel untuk mengetahui prevalensi menggunakan rumus sampel tunggal untuk perkiraan rerata.

$$n = [(Z\alpha Xs)/d]^2$$

Dengan nilai Xs adalah simpang baku terbesar dari massa lemak tubuh yang didapat dari kepustakaan sebesar 1,3%.^{12,16} Interval kepercayaan 95% ($Z\alpha = 1,96$), *Power* penelitian yang dikehendaki dari penelitian adalah 90%. Ketepatan yang diharapkan 10% dari nilai standar deviasi maka $d = 0,1$. Besar sampel berdasarkan perhitungan untuk penelitian ini adalah sebesar:

$$\left[\frac{1,96 * 1,3}{0,1} \right]^2 = 650$$

Pengambilan sampel bila dengan *stratified random sampling* maka dilakukan perkalian dengan 2 sebagai *design effect* sehingga dibutuhkan 1.300 sampel. Pada penelitian ini walaupun terdapat modifikasi dengan *cluster random sampling*, namun jumlah sampel tetap sesuai dengan jumlah perhitungan sampel awal.

4.7 Prosedur penelitian

1. Semua siswa yang memenuhi kriteria inklusi dimintakan persetujuan dari orangtua atau wali untuk terlibat dalam penelitian ini. Pada penelitian ini persetujuan dilakukan kepada kepala sekolah dan guru kelas sebagai wali dari murid.
2. Dilakukan pencatatan data dasar meliputi umur, jenis kelamin, suku dan data-data pemeriksaan antropometri berupa berat badan, tinggi badan, massa lemak tubuh, kriteria eksklusi edema atau organomegali. Pemeriksaan edema dan organomegali melalui pemeriksaan fisik apakah terdapat edema di tibialis anterior dan hepatomegali dan atau splenomegali. Pemeriksaan dilakukan di ruang Usaha Kesehatan Sekolah (UKS). Data suku tidak didapatkan karena tidak terdapat data mengenai suku ayah dan ibu di data sekolah.

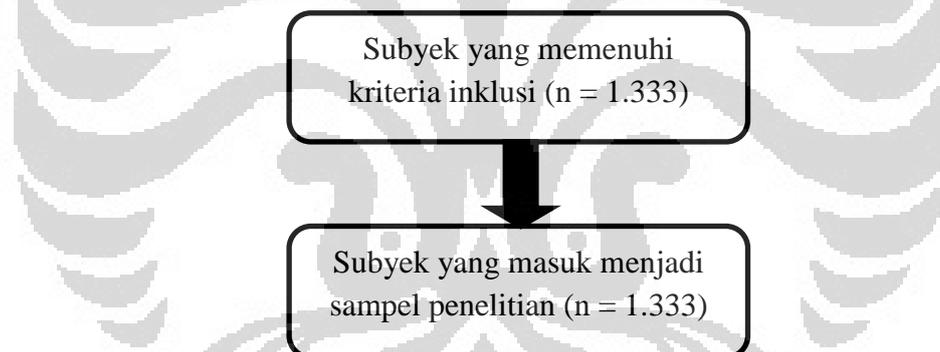
Dilakukan penilaian status antropometri dengan penimbangan berat badan dengan dan tinggi badan. Tinggi badan diukur dengan stadiometer SECA.

3. Indeks massa tubuh diukur dengan menghitung berat badan (dalam kg) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter). Massa lemak tubuh dan berat badan dilakukan pengukuran dengan TANITA BC 545.

4. Penilaian gizi lebih dan obesitas berdasarkan kurva IMT CDC/NCHS 2000 dengan klasifikasi Klasifikasi IMT terhadap umur adalah sebagai berikut: < persentil 5 adalah gizi kurang; antara persentil 5 dan 85 adalah normal, \geq persentil ke-85 sampai < persentil ke-95 adalah gizi lebih; dan \geq persentil ke-95 adalah gemuk atau obesitas.

5. Massa lemak akan dihitung median, maksimal dan minimal menurut kelompok umur dan jenis kelamin.

4.8 Bagan alur penelitian



Gambar 4.1 alur penelitian

4.9 Identifikasi variabel penelitian

Variabel tergantung adalah status massa lemak (*underfat*, normal, *overfat*, obesitas) dan status gizi (obesitas, gizi lebih, normal, kurang) yang merupakan variabel kategorik. Variabel bebas adalah nilai berat badan, nilai tinggi badan, nilai massa lemak tubuh, jenis kelamin, usia yang merupakan variabel numerik.

4.10 Pengolahan dan analisa data

- *Editing*

Data yang diperoleh dari lapangan diperiksa kembali mencakup kesesuaian usia. Sampel yang tidak berusia 7-12 tahun maka tidak diikuti dalam analisa.

- *Coding*

Data yang diperoleh diberi kode tertentu sesuai dengan atribut nilai variabel pada batasan operasional untuk mempermudah pengolahan data.

- *Data entry*

Data kuantitatif yang sudah bersih dimasukkan ke dalam program komputer SPSS versi 22.

- *Analisa data*

Data massa lemak tubuh, IMT, tinggi badan dan berat badan dinilai dengan uji normalitas kemudian dikelompokkan ke dalam rerata, standar deviasi, median, minimal dan maksimal menurut usia, jenis kelamin. Pada penelitian ini distribusi data tidak normal, setelah dilakukan uji normalitas tetapi tidak berhasil menormalkan data maka dilakukan penilaian statistik dengan uji Kruskal Wallis untuk mencari apakah terdapat perbedaan yang bermakna dari IMT dan massa lemak tubuh antara masing-masing kelompok umur berdasarkan jenis kelamin. Uji Mann-Whitney untuk mencari perbedaan rerata antara IMT setiap kelompok umur antara lelaki dan perempuan, antara massa lemak tubuh setiap kelompok umur antara lelaki dan perempuan. Data massa lemak dan IMT secara numerik akan dilakukan korelasi Spearman untuk menilai nilai r dan R^2 .

4.11 Penyajian data

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan narasi.

4.12 Batasan operasional

- Kriteria usia anak pada penelitian ini adalah 7 tahun – 12 tahun. Usia anak dihitung sampai usia ulang tahun terakhir.
- Berat badan (BB) adalah berat badan anak saat dilakukan penelitian. Pengukuran dilakukan oleh peneliti. Pada saat pemeriksaan subyek memakai pakaian sekolah. Berat badan diukur dengan menggunakan TANITA tipe BC-545 dengan ketepatan 0,1 kg.
- Tinggi badan (TB) adalah tinggi badan anak saat dilakukan penelitian. Pengukuran dilakukan oleh peneliti dan diukur dengan menggunakan stadiometer

Universitas Indonesia

SECA dengan ketepatan 0,1 cm. Tinggi badan $\geq 0,5$ cm akan dibulatkan ke nilai satu satuan yang lebih besar.

- Massa lemak adalah nilai massa lemak yang dinilai dari alat TANITA BC-545 *Segmental Body Composition Analyzer* (Tanita Corporation, Tokyo, Japan). TANITA BC-545 adalah alat pengukur massa lemak dengan metode BIA. Alat TANITA BC-545 mengeluarkan hasil berat badan dalam kilogram dan massa lemak tubuh dalam persen (%). Data usia dan tinggi badan dalam sentimeter dimasukan ke dalam data TANITA BC-545 untuk mendapat nilai massa lemak. Subyek diminta untuk membersihkan telapak kaki terlebih dahulu kemudian diminta untuk berdiri tanpa alas kaki di atas alat TANITA BC-545. Subyek diminta untuk memegang sepasang elektrode genggam (*handgrips*) yang ditarik dari kiri dan kanan alat TANITA BC-545, satu di masing-masing tangan yang terhubung dengan kabel penghubung yang dapat ditarik dan menggulung secara otomatis bila elektroda genggam diletakan di posisi semula. Posisi subyek berdiri tegak dengan kedua tangan tergantung lurus memegang masing-masing elektroda genggam. Subyek berdiri selama 30 detik setelah itu akan tampak hasil pengukuran massa lemak seluruh tubuh dalam persen (%) dan berat badan dalam kilogram (kg) dari alat TANITA BC-545. Subyek diminta untuk melakukan sesuai gambar 3.1



Gambar 4.2 *Bioelectrical impedance analysis* TANITA BC-545

- Alat dari TANITA dipilih karena penelitian massa lemak di Inggris oleh McCharty dkk. menggunakan TANITA dengan tipe BC-418MA *Segmental Body Composition Analyzer*. Tipe BC-545 dipilih karena mengukur massa lemak

Universitas Indonesia

dengan metode BIA *Segmental body composition analyser*, mengukur massa lemak di 5 segmen tubuh dan seluruh tubuh. Tipe BC-545 tipe yang tersedia di Departemen Ilmu Kesehatan Anak divisi nutrisi dan penyakit metabolik RS Cipto Mangunkusumo.

- Indeks massa tubuh dihitung dengan membagi berat badan dalam kg dengan tinggi badan dalam meter².
- Status IMT normal: nilai IMT berada pada P₅ sampai <P₈₅ kurva CDC NCHS 2000 usia 2-20 tahun
- Status IMT gizi lebih: nilai IMT berada pada IMT ≥P₈₅ - <P₉₅ kurva IMT CDC/NCHS 2000 usia 2-20 tahun
- Status IMT obesitas: nilai IMT berada pada IMT ≥P₉₅ kurva CDC NCHS 2000 usia 2-20 tahun
- Status massa lemak normal: nilai massa lemak pada P₂ sampai <P₈₅ kurva *body fat reference curve*
- Status massa lemak *overfat*: nilai massa lemak pada ≥P₈₅-<P₉₅ kurva *body fat reference curve*
- Status massa lemak obesitas: nilai massa lemak pada persentil ≥P₉₅ kurva *body fat reference curve*
- Korelasi dikategorikan sebagai sangat lemah nilai r=0-0,19, lemah nilai r=0,2-0,39, sedang nilai r=0,4-0,59, kuat nilai r=0,6-0,79 dan sangat kuat nilai r=0,8-1.
- Kesesuaian (kappa) dikategorikan sebagai sangat rendah nilai kappa <0, rendah nilai kappa 0,01-0,2, cukup nilai kappa 0,21-0,4, sedang nilai kappa 0,41-0,6, tinggi nilai kappa 0,61-0,8, hampir sempurna nilai kappa 0,81-0,99.

4.13 Etika penelitian

Penelitian ini sudah mendapat persetujuan Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia pada tanggal 19 Oktober 2015 dan berlaku sampai 19 Oktober 2016 dengan nomor surat 908/UN2.F1/ETIK/2015.

BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1. Karakteristik subyek penelitian

Penelitian dilakukan di sekolah yang dipilih secara acak sebanyak 10 sekolah dan terdapat 1.333 anak usia 7-12 tahun, 663 anak lelaki dan 670 anak perempuan. Kelompok usia terbanyak pada subyek lelaki dan perempuan adalah usia 9 tahun. Massa lemak kelompok perempuan lebih besar dari kelompok lelaki. Median massa lemak lelaki dan perempuan berbeda paling besar pada usia 12 tahun sebesar 9,3% (4,8-9,3%). Pada variabel massa lemak subyek lelaki usia 7-12 tahun dilakukan uji Kruskal Wallis dengan hasil $p=0,271$ (kemaknaan $p<0,05$). Variabel massa lemak subyek perempuan usia 7-12 tahun dilakukan uji Kruskal Wallis dengan hasil $p=0,435$ (kemaknaan $p<0,05$). Karakteristik subyek penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan profil massa lemak pada tabel 5.2. Uji normalitas normal pada variabel tinggi badan usia 7,8 dan 12 tahun. Uji normalitas pada variabel tinggi badan di rentang usia lainnya, massa lemak, berat badan dan IMT tidak normal sehingga data disajikan dalam median, maksimal dan minimal.

Indeks massa tubuh subyek perempuan lebih besar dari lelaki dengan IMT terbesar pada perempuan usia 12 tahun. Perbedaan median terbesar antara subyek perempuan dan lelaki pada kelompok umur 12 tahun sebesar 0,8 (0-0,8 kg/m²). Uji Kruskal Wallis dilakukan pada variabel IMT subyek lelaki usia 7-12 tahun dengan hasil $p<0,05$ dan pada subyek perempuan usia 7-12 tahun dengan hasil $p<0,05$ (kemaknaan $p<0,05$). Karakteristik IMT dapat dilihat pada tabel 5.3. Uji Kruskal Wallis pada tinggi badan subyek lelaki, subyek perempuan 7-12 tahun dengan hasil $p<0,05$ (kemaknaan $p<0,05$). Uji Kruskal Wallis pada berat badan subyek lelaki, subyek perempuan 7-12 tahun dengan hasil $p<0,05$ (kemaknaan $p<0,05$).

Tabel 5.1 Karakteristik Penelitian

Antropometri Median (minimal-maksimal)							
Usia/ Jenis Kelamin	N	TB (cm)	BB (kg)	Massa lemak (%)	Persentil	IMT (kg/m ²)	Persentil
7 lelaki	118	121 (108-133)	21,7 (15,7-42,5)	18,8(12,9-36,3)	P75	15,0 (12,3-24,9)	P25-50
8	121	125 (109-139)	24,8 (15,9-65,5)	18,6 (12-47,4)	P50-75	15,4 (11,4-34,3)	P25-50
9	128	132 (118-150)	28,2 (19-70,2)	18,1 (11,2-41,6)	P50-75	15,8 (12,3-31,2)	P25-50
10	121	136 (117-151)	30,4 (17,7-64,1)	18,4 (11-46,4)	P50-75	16,3 (11,8-30,1)	P25-50
11	115	141 (124-164)	34,9 (22,1-89,9)	18,6 (11,6-40,3)	P50-75	17,5 (13,1-35,1)	P50-75
12	60	145,5 (126-166)	39,5 (22,9-76,5)	16,1 (11,3-47,7)	P25-50	17,6 (12,0-33,5)	P25-50
Usia/ perempuan							
7	98	120 (105-137)	22,3 (15,8-43,6)	23,6 (20,4-38,1)	P75-85	15,6 (12,3-25,4)	P50-75
8	122	124 (109-154)	24 (17,4-66)	24 (19,8-43,5)	P50-75	15,6 (12-31,3)	P25-50
9	148	130 (116-152)	27,3 (18,5-57,6)	23,8 (19-41)	P50-75	16 (11,7-29,5)	P25-50
10	124	137 (117-152)	30,8 (19-64,9)	23,7 (16,3-40,2)	P50-75	16,3 (12-29,2)	P25-50
11	115	145 (125-162)	38,1 (21,5-76,1)	24,4 (14,1-40)	P50-75	18,2 (13,1-33,8)	P50-75
12	63	146 (133-160)	40,7 (27,5-67)	25,4 (20,4-38,9)	P50-75	18,4 (14,3-31)	P50-75

Universitas Indonesia

Tabel 5.2 Karakteristik massa lemak

Usia/lelaki	N	Profil Massa lemak		Uji kruskal wallis p=0,272
		Massa lemak (median%)	Massa lemak (minimal- maksimal%)	
7	118	18,8	12,9-36,3	
8	121	18,6	12-47,4	
9	128	18,1	11,2-41,6	
10	121	18,4	11-46,4	
11	115	18,6	11,6-40,3	
12	60	16,1	11,3-47,7	
Usia/perempuan				
7	98	23,6	20,4-38,1	p=0,435
8	122	24	19,8-43,5	
9	148	23,8	19-41	
10	124	23,7	16,3-40,2	
11	115	24,4	14,1-40	
12	63	25,4	20,4-38,9	

Tabel 5.3 Karakteristik IMT

Usia/lelaki	N	Profil IMT		Uji kruskal wallis
		IMT (median kg/m ²)	IMT (minimal- maksimal kg/m ²)	
7	118	15,0	12,3-24,9	p<0,05
8	121	15,4	11,4-34,3	
9	128	15,8	12,3-31,2	
10	121	16,3	11,8-30,1	
11	115	17,5	13,1-35,1	
12	60	17,6	12,0-33,5	
Usia/perempuan				
7	98	15,6	12,3-25,4	p<0,05
8	122	15,6	12-31,3	
9	148	16	11,7-29,5	
10	124	16,3	12-29,2	
11	115	18,2	13,1-33,8	
12	63	18,4	14,3-31	

5.2 Profil massa lemak dan indeks massa tubuh menurut usia dan jenis kelamin

Status nutrisi dinilai berdasarkan kurva IMT CDC NCHS 2000 dan dikelompokkan menjadi gizi kurang, normal, gizi lebih dan obesitas. Proporsi obesitas menurut IMT pada kelompok lelaki usia 7-12 tahun adalah 18,7%, sementara proporsi gizi lebih 10,1%, proporsi gizi kurang 11,6%. Malnutrisi pada kelompok anak lelaki

usia 7-12 tahun adalah 40,4%. Proporsi status gizi kelompok anak lelaki berdasarkan IMT dapat dilihat pada tabel 5.4.

Obesitas pada subyek lelaki terdapat 18,1% pada kelompok sekolah negeri dan 23,8% pada sekolah swasta. Gizi lebih sebanyak 9% pada kelompok sekolah negeri dan 19,4% pada kelompok sekolah swasta.

Tabel 5.4. Profil status gizi subyek lelaki berdasarkan IMT

Lelaki	Status gizi				Total
	Kurang	Normal	Gizi lebih	Obesitas	
Usia					
7	17	71	6	24	118
8	13	78	10	20	121
9	18	70	15	25	128
10	12	69	15	25	121
11	11	71	12	21	115
12	6	36	9	9	60
	77 (11,6%)	395 (59,6%)	67 (10,1%)	124 (18,7%)	663

Pada anak perempuan, proporsi obesitas menurut IMT usia 7-12 tahun adalah 13,6%, sementara proporsi gizi lebih 12,8%, proporsi gizi kurang 7,2%. Malnutrisi pada kelompok anak lelaki usia 7-12 tahun adalah 33,6%. Proporsi status gizi kelompok anak perempuan berdasarkan IMT dapat dilihat pada tabel 5.5.

Obesitas pada subyek perempuan terdapat 12,3% pada kelompok sekolah negeri dan 21,8% pada sekolah swasta. Gizi lebih sebanyak 11,6% pada kelompok sekolah negeri dan 18% pada kelompok sekolah swasta.

Tabel 5.5. Profil status gizi subyek perempuan berdasarkan IMT

Perempuan	Status gizi				Total
	Kurang	Normal	Gizi lebih	Obesitas	
Usia					
7	9	59	15	15	98
8	10	78	12	22	122
9	10	93	25	20	148
10	11	87	12	14	124
11	7	73	18	17	115
12	1	55	4	3	63
	48 (7,2%)	445 (66,4%)	86 (12,8%)	91 (13,6%)	670

Pada penelitian ini, status massa lemak dikelompokkan menjadi *underfat*, normal, *overfat* dan obesitas berdasarkan penelitian oleh McCarthy, dkk. Proporsi status massa lemak dengan obesitas pada subyek lelaki usia 7-12 tahun adalah 21,3%, sementara proporsi *overfat* 12,2%, proporsi *underfat* 3%. Malnutrisi massa lemak pada subyek lelaki usia 7-12 tahun adalah 36,5%. Proporsi status massa lemak subyek lelaki dapat dilihat pada tabel 5.6.

Obesitas pada subyek lelaki terdapat 20,1% pada kelompok sekolah negeri dan 31,3% pada sekolah swasta. *Overfat* sebanyak 12,2% pada kelompok sekolah negeri dan 11,9% pada kelompok sekolah swasta.

Tabel 5.6. Profil status massa lemak subyek lelaki

Lelaki	Status massa lemak				Total
	<i>Underfat</i>	Normal	<i>Overfat</i>	Obesitas	
Usia					
7	0	82	11	25	118
8	2	72	25	22	121
9	6	77	13	32	128
10	4	75	14	28	121
11	5	76	11	23	115
12	3	39	7	11	60
	20 (3%)	421 (63,5%)	81 (12,2%)	141 (21,3%)	663

Pada anak perempuan, proporsi obesitas menurut massa lemak usia 7-12 tahun adalah 13,1%, sementara proporsi *overfat* 12,4%, proporsi *underfat* 0,1%. Malnutrisi massa lemak pada subyek anak lelaki usia 7-12 tahun adalah 25,6%. Proporsi status massa lemak subyek perempuan berdasarkan usia dapat dilihat pada tabel 5.7.

Obesitas pada subyek perempuan terdapat 11,8% pada kelompok sekolah negeri dan 21,8% pada sekolah swasta. *Overfat* sebanyak 11,3% pada kelompok sekolah negeri dan 21,8% pada kelompok sekolah swasta.

Tabel 5.7. Profil status massa lemak subyek perempuan

Perempuan	Status massa lemak				
	<i>Underfat</i>	Normal	<i>Overfat</i>	Obesitas	Total
Usia					
7	0	56	22	20	98
8	0	82	18	22	122
9	0	115	18	15	148
10	0	104	6	14	124
11	1	86	13	15	115
12	0	55	6	2	63
	1 (0,1%)	498 (74,3%)	83 (12,4%)	88 (13,1%)	670

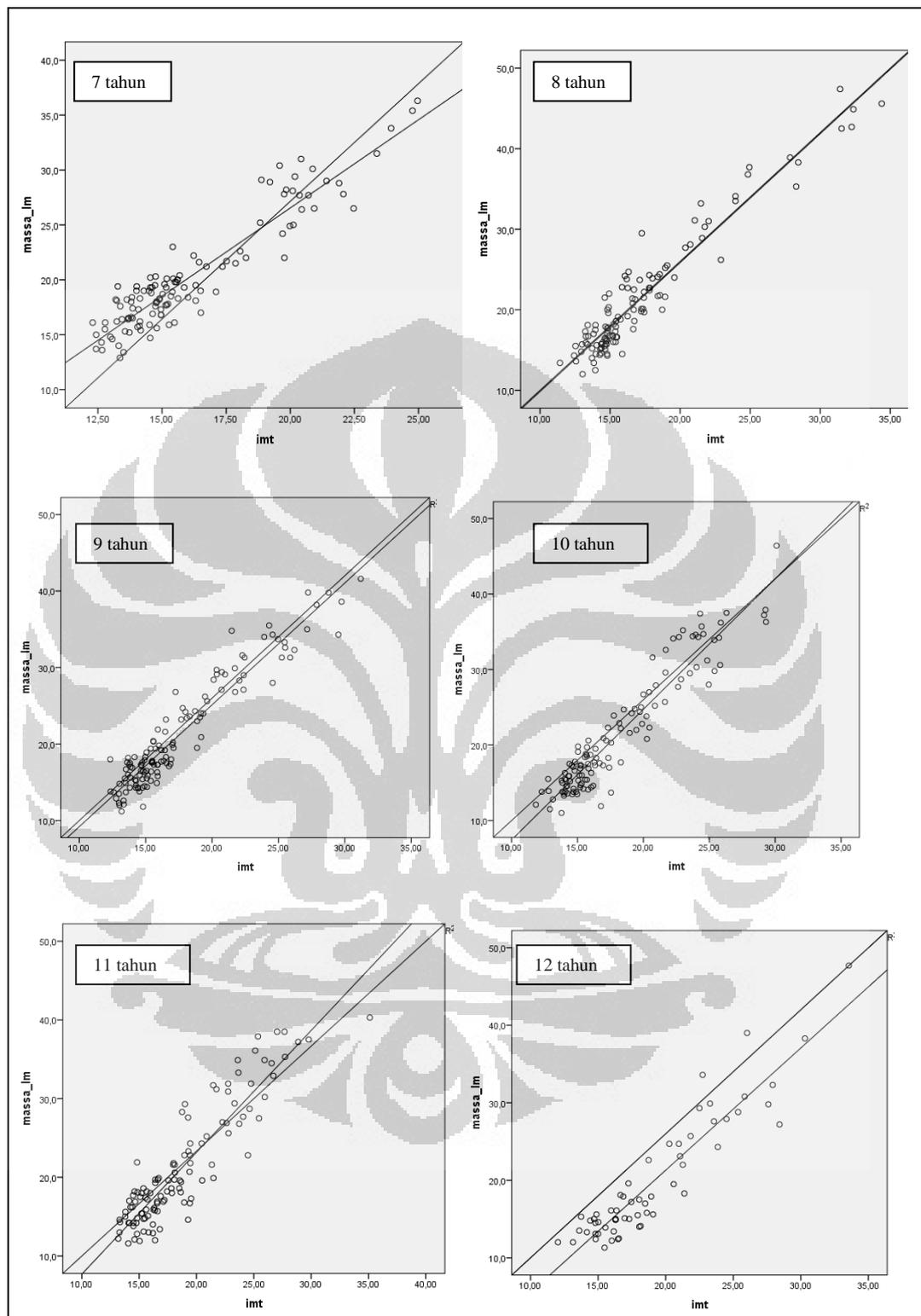
5.3 Korelasi massa lemak dan indeks massa tubuh menurut usia dan jenis kelamin

Pada subyek umur 7-12 tahun baik lelaki dan perempuan tampak secara grafik (*scatter plot*) terdapat linieritas antara massa lemak dan IMT. Grafik massa lemak dan IMT dapat dilihat pada gambar 5.2 dan 5.3. Uji korelasi Spearman antara variabel massa lemak dan IMT anak lelaki usia 7-12 tahun memberikan hasil r antara 0,848 – 0,903; R^2 : 0,719 – 0,815. Korelasi terbesar massa lemak dan IMT anak lelaki terdapat pada usia 9 tahun. Uji korelasi Spearman masing-masing kelompok umur pada subyek lelaki antara massa lemak dan IMT memberikan hasil $p < 0,05$ (kemaknaan $p < 0,05$).

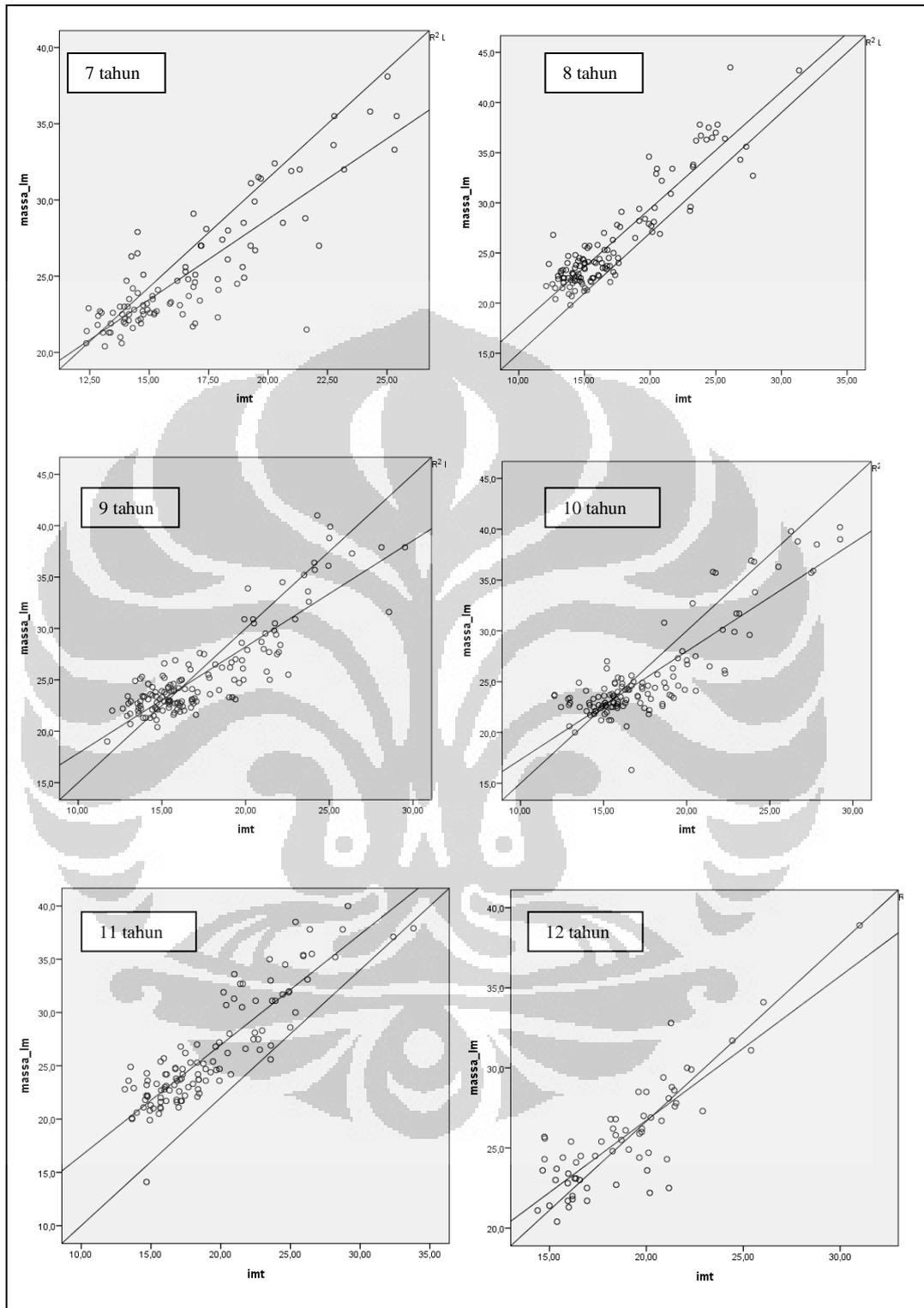
Pada subyek perempuan uji korelasi Spearman antara variabel massa lemak dan IMT anak perempuan usia 7-12 tahun memberikan hasil r antara 0,717 – 0,846; R^2 : 0,514 – 0,715. Korelasi terbesar massa lemak dan IMT anak perempuan terdapat pada usia 11 tahun. Uji korelasi Spearman masing-masing kelompok umur pada subyek perempuan antara massa lemak dan IMT memberikan hasil $p < 0,05$ (kemaknaan $p < 0,05$). Hasil korelasi dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Korelasi massa lemak dan IMT menurut usia dan jenis kelamin

Korelasi Massa lemak dan IMT				
Usia/jenis kelamin	N	r	R ²	P
Usia/laki				
7	118	0,848	0,719	<0,05
8	121	0,891	0,793	<0,05
9	128	0,903	0,815	<0,05
10	121	0,895	0,801	<0,05
11	115	0,855	0,731	<0,05
12	60	0,877	0,769	<0,05
Usia/perempuan				
7	98	0,778	0,605	<0,05
8	122	0,803	0,644	<0,05
9	148	0,747	0,558	<0,05
10	124	0,717	0,514	<0,05
11	115	0,846	0,715	<0,05
12	63	0,737	0,511	<0,05
Uji spearman				



Gambar 5.1 *Scatter plot* massa lemak dan IMT anak lelaki usia 7-12 tahun



Gambar 5.2 Scatter plot massa lemak dan IMT anak perempuan usia 7-12 tahun

5.4 Kesesuaian status massa lemak menurut status gizi berdasarkan IMT

Pada penelitian ini, status massa lemak dikelompokkan menjadi *underfat*, normal, *overfat* dan obesitas berdasarkan penelitian oleh McCarthy, dkk yang menggunakan metode BIA dalam pengukuran massa lemak tubuh. Pada kelompok subyek anak lelaki terdapat 43 anak dengan IMT normal dengan 39 anak memiliki status lemak *overfat* dan 4 anak memiliki status lemak obesitas. Hasil penelitian menunjukkan 39 subyek lelaki yang memiliki IMT normal dan status lemak *overfat*, dan 4 subyek lelaki dengan IMT normal dengan status lemak obesitas. Pada kelompok lelaki terdapat 11 subyek dengan IMT gizi lebih yang memiliki status lemak normal dan 1 subyek dengan IMT obesitas dan status massa lemak normal. Pada subyek lelaki profil massa lemak berdasarkan IMT dapat dilihat pada tabel 5.9. Kesesuaian murni (kappa) antara massa lemak dan IMT subyek lelaki adalah 0,595.

Tabel 5.9 Status massa lemak dan status gizi IMT subyek lelaki

		Status gizi (IMT)				Total
		Kurang	Normal	Overweight	Obesitas	
Status massa lemak	<i>Underfat</i>	13	7	0	0	20
	Normal	64	345	11	1	421
	<i>Overfat</i>	0	39	36	6	81
	Obesitas	0	4	20	117	141
	Total	77	395	67	124	663

Pada kelompok perempuan, dari 670 subyek terdapat 25 subyek dengan IMT normal dan status lemak *overfat*, dan 2 subyek dengan IMT normal dan status lemak obesitas. Terdapat 31 subyek dengan IMT gizi lebih dan status lemak normal, dan 3 subyek dengan IMT obesitas dan massa lemak normal. Profil massa lemak berdasarkan IMT pada subyek perempuan dapat dilihat pada tabel 5.10. Kesesuaian murni (kappa) antara massa lemak dan IMT pada subyek perempuan adalah 0,551.

Tabel 5.10 Status massa lemak dan status gizi IMT subyek perempuan

		Status gizi (IMT)				Total
		Kurang	Normal	Overweight	Obesitas	
Status massa lemak	<i>Underfat</i>	0	1	0	0	1
	Normal	47	417	31	3	498
	<i>Overfat</i>	1	25	40	17	83
	Obesitas	0	2	16	71	88
	total	48	445	86	91	670

5.5 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak

Pada penelitian ini dilakukan analisa lebih lanjut, dengan mengelompokan subyek berdasarkan jenis kelamin, kemudian subyek dengan IMT gizi lebih dan obesitas dijadikan satu kelompok “lebih”, dan subyek dengan massa lemak *overfat* dan obesitas menjadi satu kelompok “lebih”. Kelompok status gizi menurut IMT dan status massa lemak normal masing-masing tetap menjadi satu kelompok. Kelompok status gizi menurut IMT gizi kurang dan status massa lemak *underfat* tidak dimasukan dalam pengelompokan. Tabel sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak pada subyek lelaki dapat dilihat pada tabel 5.11 dan pada subyek perempuan pada tabel 5.12.

Tabel 5.11 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek lelaki

		Massa lemak		Total
		lebih	Normal	
IMT	Lebih	179	12	191
	Normal	43	345	388
	total	222	357	579

Pada subyek lelaki sensitivitas IMT terhadap massa lemak adalah 80,6% dengan spesifisitas 96,6%. Kesalahan tipe I (*false positive*) sebesar 3,36% dan kesalahan tipe II (*false negative*) sebesar 19,3%. Nilai duga positif (*positive predictive value*) sebesar 93,7% dan nilai duga negatif (*negative predictive value*) sebesar 88,9%.

Pada kelompok subyek lelaki di atas telah dilakukan analisa kesesuaian antara IMT dengan massa lemak pada subyek lelaki dengan hasil kesesuaian murni (kappa) 0,794.

Tabel 5.12 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek perempuan

IMT	Massa lemak			Total
	Lebih Normal	lebih	Normal	
	Lebih	143	34	177
	Normal	27	417	444
	total	170	451	621

Pada subyek perempuan sensitivitas IMT terhadap massa lemak adalah 83,6% dengan spesifisitas 92,4%. Kesalahan tipe I (*false positive*) sebesar 7,53% dan kesalahan tipe II (*false negative*) sebesar 16,3%. Nilai duga positif (*positive predictive value*) sebesar 80,8% dan nilai duga negatif (*negative predictive value*) sebesar 93,9%.

Pada kelompok subyek perempuan di atas telah dilakukan analisa kesesuaian antara IMT dengan massa lemak pada subyek lelaki dengan hasil kesesuaian murni (kappa) 0,756.

5.6 Persentil massa lemak dan IMT dengan status gizi yang sesuai

Pada penelitian ini dilakukan penilaian lanjutan dengan mengelompokkan hanya subyek lelaki dan perempuan berdasarkan status gizi normal dan gizi lebih IMT yang sesuai dengan status lemak normal dan *overfat*. Pada penelitian ini terdapat 381 subyek lelaki dan 457 subyek perempuan yang memiliki kesesuaian antara status gizi menurut IMT dengan status massa lemak. Persentil massa lemak dan IMT subyek lelaki dan perempuan dihitung dengan program SPSS 22.0. Persentil yang dinilai persentil 5,10,25,50,75,85, 90 dan 95. Tabel persentil massa lemak dapat dilihat pada tabel 5.13 dan tabel persentil IMT pada tabel 5.14

Tabel 5.13 Persentil massa lemak (%) lelaki dan perempuan

Usia	Persentil							
	5	10	25	50	75	85	90	95
Lelaki								
7	15,2	15,7	16,7	18,2	19,3	19,9	20,1	21,6
8	14,3	14,5	15,7	17,1	19,6	20,2	21,7	24
9	14,3	14,4	15,8	17,4	19,3	20,3	23	24,1
10	13,6	13,8	15,2	17,3	19,5	21,7	23,6	25,4
11	13	13,9	15,7	17,6	19,7	21,7	22,8	25,4
12	12,3	12,4	14	15,5	17,9	20,5	23,3	25,8
Perempuan								
7	21,1	21,6	22,1	22,8	23,6	24,5	25,3	26,8
8	21,2	21,5	22,3	23,4	24,5	25,6	26,9	28,1
9	21,3	21,8	22,5	23,3	24,9	26,3	27,8	29,7
10	21,2	21,8	22,6	23,5	24,5	24,9	25,6	27,1
11	20,9	21,1	22,1	23,6	25,2	26,8	28,5	31,1
12	21,3	21,7	23	24,7	26,7	27,9	28,5	29,9

Tabel 5.14 Persentil IMT lelaki dan perempuan

Usia	Persentil							
	5	10	25	50	75	85	90	95
Lelaki								
7	13,6	13,7	14,1	14,7	15,4	15,9	16,5	17,6
8	13,8	13,9	14,6	14,8	16,2	17,3	18,4	18,7
9	13,83	14,1	14,6	15,4	16,4	16,9	18,7	19,2
10	14,1	14,2	14,8	15,6	16,9	18,2	19,8	20,3
11	14,4	14,7	15,3	16,5	18,3	19,3	19,4	21,6
12	14,7	14,8	15,9	16,8	18,5	19,5	21,2	23,5
Perempuan								
7	13,3	13,7	14,1	14,8	16,6	17,8	18,5	19
8	13,3	13,7	14,2	15	16,5	17,2	19	20
9	13,7	13,8	14,6	15,5	16,7	17,8	19,8	21
10	14,1	14,4	15,1	16	17,6	18,6	19,1	19,6
11	14,6	14,7	15,7	17,1	18,8	19,9	20,7	21,6
12	14,7	15,2	16,1	18,3	20	21,1	21,4	22,1

5.7 Sensitivitas dan spesifisitas menggunakan persentil IMT penelitian

Dengan menggunakan tabel 5.14 yang didapat dari penelitian ini dilakukan penilaian ulang terhadap sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak pada kelompok IMT dan massa lemak normal dan lebih (kelompok gizi lebih dan obesitas serta kelompok *overfat* dan obesitas), Pada subyek lelaki didapatkan sensitivitas IMT terhadap massa lemak adalah 90,5% dengan spesifisitas 96,6%. Kesalahan tipe I (*false positive*) sebesar 3,36% dan kesalahan tipe II (*false negative*) sebesar 9,4%. Nilai duga positif (*positive predictive value*) sebesar

Universitas Indonesia

94,3% dan nilai duga negatif (*negative predictive value*) sebesar 94,2%. Hasil dapat dilihat di tabel 5.15.

Pada kelompok subyek lelaki di atas telah dilakukan analisa kesesuaian antara IMT dengan massa lemak dengan hasil kesesuaian murni (kappa) 0,879.

Tabel 5.15 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek lelaki berdasarkan IMT penelitian

		Massa lemak		
		lebih	Normal	Total
IMT	Lebih	201	12	213
	Normal	21	345	366
	total	222	357	579

Pada subyek perempuan didapatkan sensitivitas IMT terhadap massa lemak adalah 88,2% dengan spesifisitas 92,4%. Kesalahan tipe I (*false positive*) sebesar 7,5% dan kesalahan tipe II (*false negative*) sebesar 11,7%. Nilai duga positif (*positive predictive value*) sebesar 81,5% dan nilai duga negatif (*negative predictive value*) sebesar 95,4%. Hasil dapat dilihat di tabel 5.16.

Pada kelompok subyek perempuan dilakukan analisa kesesuaian antara IMT dengan massa lemak dengan hasil kesesuaian murni (kappa) 0,787.

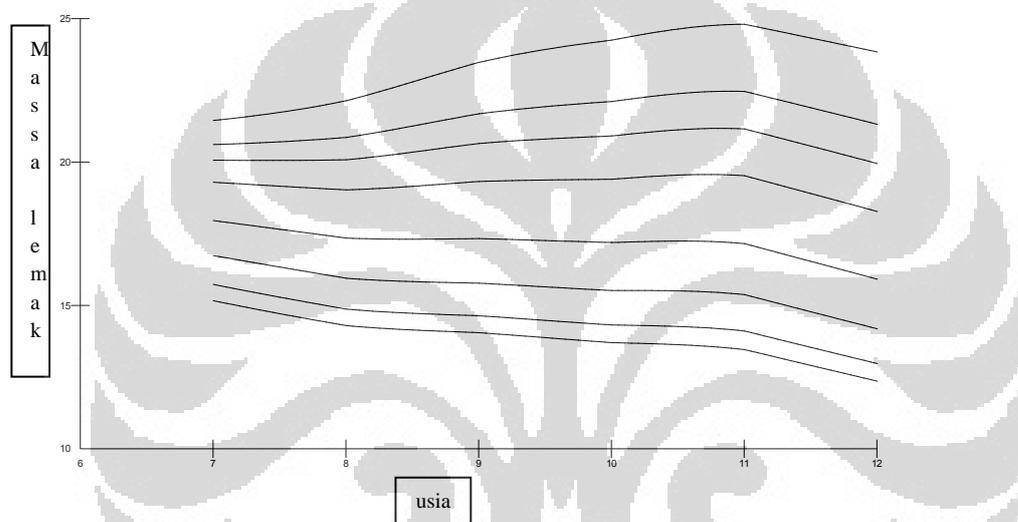
Tabel 5.16 Sensitivitas dan spesifisitas IMT terhadap massa lemak subyek perempuan berdasarkan IMT penelitian

		Massa lemak		
		lebih	Normal	Total
IMT	Lebih	150	34	184
	Normal	20	417	437
	total	170	451	621

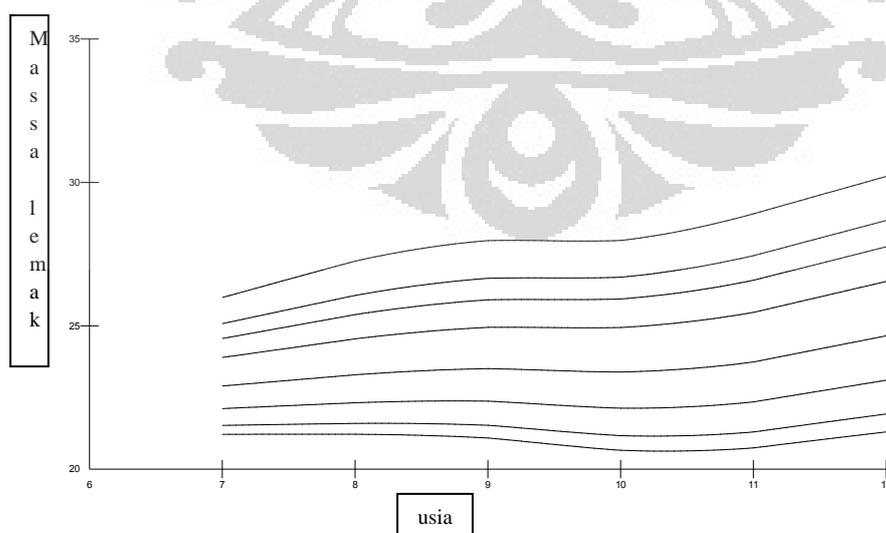
5.8 Kurva status massa lemak menurut status gizi berdasarkan IMT menurut jenis kelamin dan usia

Nilai massa lemak pada kelompok ini dimasukkan ke dalam software *LMS chart maker (free software)* dan menghasilkan kurva persentil massa lemak berdasarkan umur dan jenis kelamin. Persentil yang dihasilkan adalah persentil 5,10,25,50,75,85, 90 dan 95.

Kurva persentil massa lemak subyek lelaki dapat dilihat pada gambar 5.3 dan subyek perempuan pada gambar 5.4



Gambar 5.3 Kurva massa lemak lelaki



Gambar 5.4 Kurva massa lemak perempuan

5.9 Perbedaan massa lemak dan IMT menggunakan titik potong hasil penelitian dibandingkan standar

Penelitian mendapatkan persentil 85 dan persentil 95 baru sebagai nilai batasan gizi lebih dan obesitas. Uji statistik dilakukan terhadap luaran lebih (terdiri dari status gizi lebih dan obesitas menurut IMT dan status lemak *overfat* dan obesitas menurut massa lemak tubuh) dan normal antara nilai batas awal CDC untuk IMT dan McCharty untuk massa lemak dibandingkan dengan nilai batasan hasil penelitian. Uji statistik dengan McNemar dapat dilihat pada tabel 5.17 sampai 5.20.

Tabel 5.17 Hasil analisis IMT penelitian dibandingkan IMT standar subyek perempuan

		IMT penelitian			Nilai p (McNemar)
		Lebih (%)	Normal (%)	Total	
IMT CDC	Lebih (%)	95 (15,5)	79 (12,9)	174 (28,4)	0,004
	Normal (%)	121 (19,7)	318 (51,9)	439 (71,6)	
Total		216 (35,2)	397 (64,8)	613 (100)	

Tabel 5.18 Hasil analisis massa lemak penelitian dibandingkan massa lemak standar subyek perempuan

		Massa lemak penelitian			Nilai p
		Lebih (%)	Normal (%)	Total	
Massa lemak McCharty	Lebih (%)	104 (17,1)	60 (9,9)	164 (27)	<0,05
	Normal (%)	112 (18,4)	332 (54,6)	444 (73)	
Total		216 (35,5)	392 (64,5)	608 (100,0)	

Tabel 5.19 Hasil analisis IMT penelitian dibandingkan IMT standar subyek lelaki

		IMT penelitian			Nilai p
		Lebih (%)	Normal (%)	Total	
IMT CDC	Lebih (%)	105 (18,4)	83 (14,6)	188 (33)	0,002
	Normal (%)	129 (22,6)	253 (44,4)	382 (67)	
Total		234 (41,1)	336 (58,9)	570 (100,0)	

Tabel 5.20 Hasil analisis massa lemak penelitian dibandingkan massa lemak standar subyek lelaki

		Massa lemak penelitian			Nilai p
		Lebih (%)	Normal (%)	Total	
Massa lemak McCharty	Lebih (%)	138 (24,3)	83 (14,6)	221 (38,9)	0,071
	Normal (%)	109 (19,2)	238 (41,9)	347 (61,1)	
Total		247 (43,5)	321 (56,5)	568 (100,0)	

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Kelebihan dan keterbatasan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik pertama di Indonesia dalam menilai massa lemak anak usia 7-12 tahun. Penelitian ini menggunakan metode *cluster random sampling* pada sekolah dasar di Jakarta Pusat. Sekolah yang diacak mencakup sekolah negeri dan swasta. Jakarta Pusat merupakan daerah dengan populasi 910.381 orang dengan tingkat kepadatan 18.914 jiwa/km².⁴³ Tingkatan pendapatan per kapita Rp. 655.520 sehingga pengambilan acak akan memberikan gambaran yang mewakili dari berbagai strata pendidikan dan ekonomi di Jakarta khususnya.

Penelitian ini memiliki jumlah total sampel sebanyak 1.333 subyek dengan 663 lelaki dan 670 perempuan. Penelitian ini terdiri dari populasi anak usia 7-12 tahun yang mewakili usia sekolah dasar dan dengan jumlah yang merata di setiap kelompok umurnya. Penelitian ini memberikan gambaran subyek yang mewakili populasi target penelitian.

Keterbatasan penelitian ini adalah pengukuran massa lemak dan tinggi badan dilakukan sebanyak satu kali penilaian. Pengukuran dilakukan dengan pengukur tinggi badan SECA dan pengukur massa lemak TANITA BC 545. Alat pengukur massa lemak TANITA BC 545 ditujukan untuk penggunaan pribadi (*personal use*). Proses pengukuran dilakukan oleh peneliti sendiri sehingga faktor kesalahan dapat diminimalkan.

Pengukuran massa lemak standar saat ini adalah menggunakan DXA. Pengukuran dengan DXA memiliki keterbatasan karena tidak dapat dibawa secara *portable*. Pengukuran dengan DXA dilakukan di institusi rumah sakit karena menggunakan prinsip sinar X. *Dual energy X ray absorptiometry* merupakan metode rujukan dalam pengukuran komposisi tubuh karena ketepatan dalam mengukur massa lemak. Penelitian ini menggunakan metode BIA karena memiliki korelasi yang

kuat dengan DXA 0,88 dan dapat digunakan *portable*, sehingga sesuai dengan studi komunitas dan biaya yang murah.

Penelitian ini pada awalnya akan memasukan suku sebagai variabel bebas yang memengaruhi komposisi tubuh. Data etnis di Indonesia terdapat 263 etnis. Pada penelitian ini data mengenai etnis tidak didapatkan karena formulir yang dikirimkan kepada orang tua tidak dikembalikan melalui subyek. Peneliti juga tidak mencantumkan data pilihan etnis pada lembar pengisian etnis.

6.2 Karakteristik status gizi

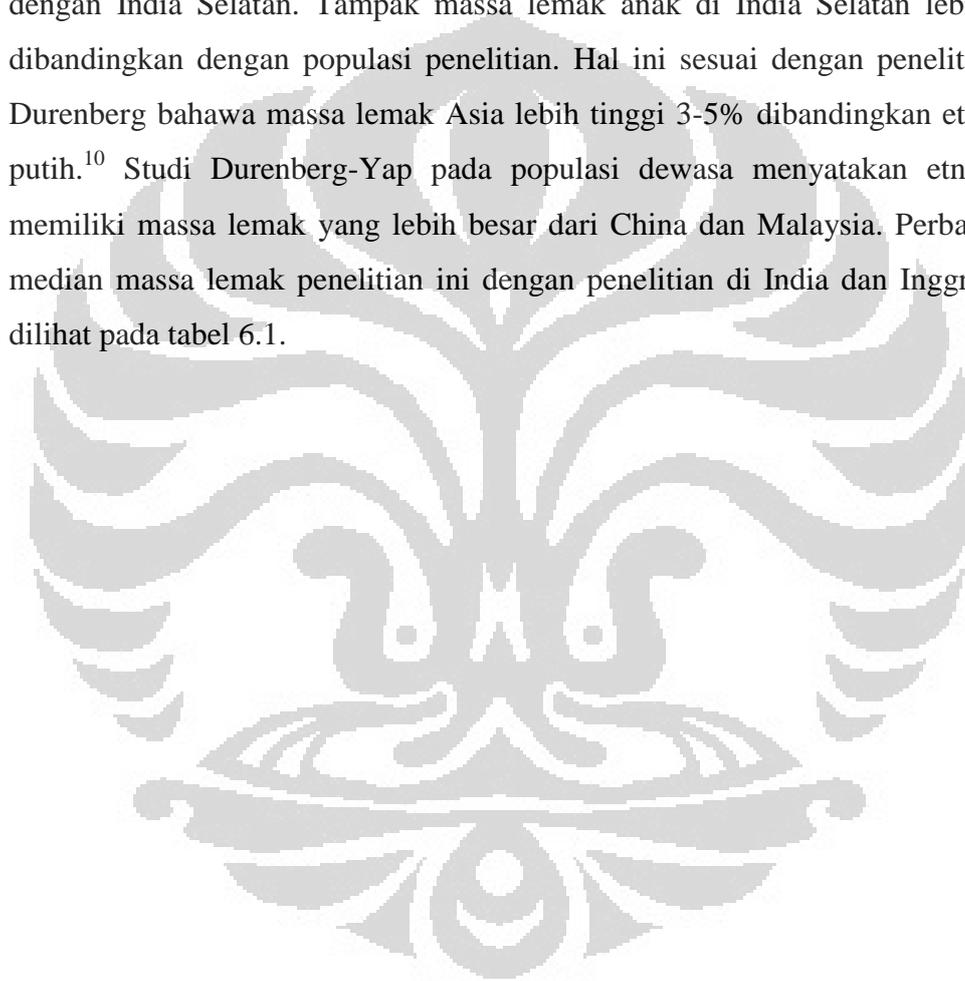
Penelitian ini mendapatkan hasil proporsi obesitas berdasarkan IMT subyek lelaki 18,7% dan 13,6% pada subyek perempuan. Pada penelitian Riskesdas 2010 prevalensi gemuk anak usia 6-12 tahun secara nasional 9,2% dengan DKI Jakarta 12,8%.⁵ Pada Riskesdas indikator yang dipakai adalah IMT/U berdasarkan WHO 2007 berdasarkan nilai Z dan gemuk didefinisikan nilai $Z > 2$. Pada penelitian ini kriteria gizi lebih adalah IMT/U berdasarkan CDC NCHS 2000 $\geq P_{85} < P_{95}$. Persentile dan nilai Z dapat diperkirakan yaitu $P_{97,5}$ setara dengan nilai $Z = 1,96$.⁴⁴ Sehingga nilai $Z > 2$ sesuai kriteria obesitas CDC NCHS 2000 yaitu nilai IMT/U $\geq P_{95}$. Pada penelitian ini tampak obesitas pada lelaki dan perempuan lebih tinggi dari nilai nasional dan DKI Jakarta tahun 2010. Penelitian ini menunjukkan peningkatan 2x peningkatan dari angka nasional dan peningkatan 5,9% dari angka obesitas DKI Jakarta pada obesitas anak lelaki dan 1,47x peningkatan obesitas pada anak perempuan dibandingkan angka nasional dan kenaikan 0,8% dari angka obesitas DKI Jakarta.

6.3 Karakteristik Massa lemak

Penelitian lain berbasis komunitas untuk menilai massa lemak dengan metode DXA pada anak di Korea secara Nasional terdiri dari 834 lelaki dan 745 perempuan dengan usia antara 10 dan 18 tahun.¹² Penelitian di India Utara untuk menentukan nilai rujukan massa lemak anak sekolah dengan metode DXA melibatkan anak usia 7-17 tahun yang terdiri dari 825 lelaki dan 815 perempuan.¹⁶ Sementara di Inggris Selatan penelitian untuk menentukan rujukan nilai massa lemak pada anak menggunakan metode BIA melibatkan 1.985 anak berusia 5-18

tahun yang terdiri dari 1.116 lelaki dan 869 perempuan.⁴⁵ Jumlah sampel pada penelitian ini serupa dengan penelitian massa lemak di negara lain.

Median massa lemak subyek lelaki hasil penelitian memiliki perbedaan -1,3 s.d. +2,3% dibandingkan dengan massa lemak Inggris dan bila dibandingkan dengan penelitian di India, massa lemak penelitian ini lebih kecil -7,3 s.d. +0,4%. Sementara pada subyek perempuan median massa lemak hasil penelitian lebih besar 0,9 s.d. 3,4% dibandingkan dengan Inggris dan antara +1,2 s.d. -5,9% dengan India Selatan. Tampak massa lemak anak di India Selatan lebih besar dibandingkan dengan populasi penelitian. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Durenberg bahawa massa lemak Asia lebih tinggi 3-5% dibandingkan etnis kulit putih.¹⁰ Studi Durenberg-Yap pada populasi dewasa menyatakan etnis India memiliki massa lemak yang lebih besar dari China dan Malaysia. Perbandingan median massa lemak penelitian ini dengan penelitian di India dan Inggris dapat dilihat pada tabel 6.1.



Tabel 6.1 Perbandingan massa lemak

Usia/ lelaki	N	Massa lemak penelitian	Profil Massa lemak (median%)				
			Persentil (McCharty)	Massa lemak India	Persentil (McCharty)	Massa lemak Inggris	Persentil (McCharty)
7	118	18,8	P ₇₅	18,4	P ₅₀₋₇₅	16,5	P ₅₀
8	121	18,6	P ₅₀₋₇₅	20,7	P ₇₅₋₈₅	17	P ₅₀
9	128	18,1	P ₅₀₋₇₅	22,5	P ₈₅₋₉₁	17,5	P ₅₀
10	121	18,4	P ₅₀₋₇₅	23,9	P ₈₅₋₉₁	17,8	P ₅₀
11	115	18,6	P ₅₀₋₇₅	24,4	P ₈₅₋₉₁	17,7	P ₅₀
12	60	16,1	P ₂₅₋₅₀	23,4	P ₈₅₋₉₁	17,4	P ₅₀
Usia/ peremp uan							
7	98	23,6	P ₇₅₋₈₅	22,4	P ₅₀₋₇₅	20,2	P ₅₀
8	122	24	P ₅₀₋₇₅	25,2	P ₇₅₋₈₅	21,2	P ₅₀
9	148	23,8	P ₅₀₋₇₅	27,6	P ₈₅₋₉₁	22,1	P ₅₀
10	124	23,7	P ₅₀₋₇₅	29,2	P ₈₅₋₉₁	22,8	P ₅₀
11	115	24,4	P ₅₀₋₇₅	30,3	P ₈₅₋₉₁	23,3	P ₅₀
12	63	25,4	P ₅₀₋₇₅	31,3	P ₉₁₋₉₅	23,5	P ₅₀

Pada penelitian ini terdapat perbedaan massa lemak antara subyek perempuan dan lelaki di tiap kelompok umur (uji Mann Whitney $p < 0,05$). Massa lemak dipengaruhi oleh jenis kelamin dan menjadi lebih nyata pada masa pubertas. Massa lemak antara bayi perempuan dan lelaki pun sudah berbeda, 13,7% pada bayi lelaki dan 14,9% pada bayi perempuan. Faktor hormonal seperti estrogen dan progesteron juga berperan dalam deposit lemak. Hormon estrogen dan progesteron bekerja untuk menumpuk kalori berlebih sebagai lemak, dan estrogen mendorong penyimpanan lemak di depot jaringan lemak perifer.⁴⁶ Massa lemak menurun sampai nilai minimal pada usia 7 tahun di lelaki dan 6 tahun di perempuan kemudian meningkat sampai usia 10 tahun. Pada masa pubertas maka terdapat peningkatan jumlah dan ukuran adiposit dan sangat meningkat pada perempuan.⁴⁷ Pada penelitian Garnet, dkk pada anak usia 7-8 tahun menemukan subyek perempuan memiliki massa lemak yang lebih tinggi dari lelaki dan

memiliki kadar IGF-1, estradiol, testosteron dan leptin yang lebih tinggi dari lelaki. Faktor hormonal ini 3-17% menjelaskan variasi dari komposisi tubuh dan distribusi lemak.⁴⁸ Pada penelitian ini variabel lain seperti tinggi badan, berat badan dan IMT tidak terdapat perbedaan antara jenis kelamin. Hal ini sesuai dengan penelitian Garnet, dkk menemukan tidak ada perbedaan jenis kelamin pada usia, tinggi badan dan berat badan.⁴⁸

Massa lemak juga dipengaruhi etnis, genetik dan faktor lingkungan seperti diet, olahraga dan gaya hidup. Olahraga teratur dapat menurunkan massa lemak dan meningkatkan mineralisasi tulang dan massa otot.⁴⁷ Pada penelitian Ekelund, dkk didapatkan aktivitas fisik menjadi faktor yang bermakna terhadap massa lemak pada lelaki, sementara pada perempuan aktivitas fisik tidak memberikan hubungan yang bermakna. Pada penelitian Ekelund, dkk faktor massa lemak ibu dan tingkat pendidikan menjadi faktor yang berhubungan dengan massa lemak.⁴⁹

Pada penelitian ini tidak terdapat perbedaan secara bermakna massa lemak antara kelompok umur. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi massa lemak cukup besar antar masing-masing kelompok. Pada setiap kelompok terdapat subkelompok dengan *overfat* dan obesitas. Selisih minimal sampai maksimal pada kelompok subyek lelaki usia 7-12 tahun secara berturut-turut adalah 23,4, 35,4, 30,4, 35,4, 28,7, 36,4 sementara pada subyek perempuan secara berturut-turut usia 7-12 tahun adalah 17,7, 23,7, 22, 23,9, 25,9, 18,5 sehingga nilai tengah tidak berbeda seiring dengan peningkatan usia. Sementara pada variabel tinggi badan dan berat badan, baik pada subyek lelaki dan perempuan di setiap kelompok umur semakin meningkat sehingga terdapat perbedaan antar kelompok. Hal ini juga memberikan hasil bahwa massa lemak tidak dipengaruhi oleh tinggi dan berat badan tetapi oleh faktor lain seperti jenis kelamin, usia, diet, aktivitas fisik, suku, gaya hidup dan pubertas.⁴⁷ Pada penelitian ini hanya jenis kelamin yang menunjukkan perbedaan massa lemak, tetapi usia secara statistik tidak memberikan perbedaan yang bermakna terhadap massa lemak subyek lelaki dan perempuan. Faktor lain seperti diet, aktivitas fisik, suku, gaya hidup dan pubertas tidak dinilai pada penelitian ini namun sangat mungkin memberikan pengaruh terhadap hasil massa lemak tubuh pada subyek lelaki dan perempuan.

Universitas Indonesia

Pubertas pada anak Indonesia dari studi oleh Rini, dkk. di kota Padang rerata usia awitan pubertas anak lelaki 11,06 tahun dan rerata awitan pubertas anak perempuan 10,95 tahun.⁵⁰ Studi oleh Indaryani di Semarang awitan pubertas anak perempuan di perkotaan 124 ± 10 bulan (10,3 tahun).⁵¹ Studi di Tangerang oleh Suryansyah mendapatkan anak lelaki mulai pubertas usia 9-<10 tahun sebanyak 1,7% dan 66,7% sudah pubertas pada usia 12-<13 tahun, sementara perempuan 48,2% mengalami pubertas pada usia 9-<10 tahun.⁵² Studi di Brazil menyatakan median persentase massa lemak pada perempuan pada stadium prapubertas sebanyak 16,7% menjadi 21,2% pada pubertas, sementara pada lelaki massa lemak pada prepubertas sebanyak 19,5% dan menurun menjadi 16,9% pada pubertas.⁵³

Pada penelitian ini massa lemak subyek lelaki tampak memuncak usia 10-11 tahun kemudian menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian lain oleh McCharty, dkk. terdapat penurunan massa lemak pada usia setelah 12 tahun.⁴⁵ Pada subyek perempuan massa lemak meningkat setelah usia 10 tahun, hal ini sesuai dengan penelitian McCharty, dkk. dengan hasil massa lemak perempuan terus meningkat setelah usia 10 tahun. Hal ini sesuai dengan teori pada masa pubertas lelaki akan mengalami peningkatan massa tubuh bukan lemak sementara perempuan akan mengalami peningkatan massa lemak.⁴⁵ Usia 10-11 tahun sesuai dengan penelitian Rini, dkk. bahwa didapatkan awitan pubertas lelaki 11,06 tahun dan penurunan massa lemak pada usia 12 tahun karena subyek sudah masuk tahapan pubertas dengan terjadi penurunan massa lemak dari 19,5% menjadi 16,9%.^{51,53}

6.4 Korelasi massa lemak dan IMT

Penelitian ini menilai korelasi penilaian massa lemak dengan metode BIA dan hubungan dengan IMT. Hubungan massa lemak dengan berat badan pada subyek lelaki usia 7-12 tahun antara 0.848-0,903 yang berarti korelasi antara massa lemak dan IMT sangat kuat (sangat kuat bila $r = 0,8 - 1$) dan bermakna dengan hasil uji korelasi Spearman $p < 0,05$ (kemaknaan $< 0,05$). Koefisien korelasi menunjukkan IMT berhubungan dengan massa lemak sebesar 71,9%-81,5%. Hasil ini menunjukkan 18,5-28,1% massa lemak tidak dipengaruhi oleh IMT. Hal ini menandakan IMT tidak sepenuhnya dapat menilai massa lemak.

Universitas Indonesia

Hasil analisa anak lelaki yang memiliki IMT normal tetapi dengan massa lemak di atas normal (*overfat* s.d. obesitas) sebanyak 43 subyek. Subyek lelaki yang memiliki massa lemak normal tetapi dengan IMT gizi lebih atau obesitas sebanyak 12 orang.

Pada kelompok subyek perempuan, hubungan massa lemak dan IMT pada kelompok usia 7-12 tahun dengan $r= 0,717-0,846$ yang berarti korelasi kuat sampai sangat kuat. Koefisien korelasi menunjukkan IMT kelompok anak perempuan berhubungan dengan massa lemak sebesar 51,1%-71,5%. Terdapat 28,5-48,9% massa lemak yang tidak berhubungan dengan IMT. Pada kelompok perempuan terdapat 27 subyek dengan IMT normal tetapi dengan status massa lemak diatas normal dan 34 subyek dengan massa lemak normal tetapi dengan IMT diatas normal.

Garis korelasi pada *scatter plot* menggambarkan linearitas dari variabel IMT dan massa lemak. Garis linear dari titik nol secara diagonal menggambarkan korelasi simetris bahwa setiap peningkatan IMT akan menyebabkan peningkatan massa lemak yang sama. Pada penelitian ini garis linearitas sejajar atau memotong garis linearitas standar. Hal ini menunjukkan hubungan antara IMT dan massa lemak tidak terjadi 100% tetapi terdapat faktor lain yang memengaruhi nilai massa lemak. Perpotongan menunjukkan terdapat bagian IMT yang memprediksi massa lemak secara tepat, tetapi bila hanya berpotongan di satu titik maka tidak menggambarkan ketepatan 100%. Garis linearitas dapat digunakan untuk menghitung perubahan satu unit sumbu X akan menyebabkan perubahan berapa unit di sumbu Y. Pada penelitian ini persamaan yang didapat pada garis liner IMT tidak dapat digunakan sebagai penentu massa lemak karena massa lemak dipengaruhi oleh faktor-faktor lain selain IMT sehingga penggunaan persentil digunakan untuk menentukan distribusi nilai IMT dan massa lemak.

Indeks massa tubuh memiliki sensitivitas 70-80% dalam mengidentifikasi anak dengan kelebihan massa lemak dan spesifisitas sebesar 95%.⁵⁴ Pada penelitian ini dilakukan analisa lanjutan dengan mengeluarkan kelompok gizi kurang dan menjadikan kelompok gizi lebih dan obesitas berdasarkan IMT menjadi satu

kelompok dan dilakukan hal yang sama dengan kelompok massa lemak yaitu mengeluarkan kelompok *underfat* dan menggabungkan kelompok *overfat* dan obesitas maka akan didapatkan tabel 2x2 antara IMT dan massa lemak. Pada kelompok lelaki kesalahan tipe I IMT dalam menentukan massa lemak sebesar 3,36% dan kesalahan tipe II IMT dalam menentukan massa lemak sebesar 19,3%, dengan sensitivitas IMT menentukan massa lemak sebesar 80,6% dan spesifisitas IMT menentukan massa lemak sebesar 96,6%.

Pada subyek perempuan kesalahan tipe I IMT dalam menentukan massa lemak sebesar 7,5% dan kesalahan tipe II IMT dalam menentukan massa lemak sebesar 15,7%, dan sensitivitas IMT dalam menentukan massa lemak sebesar 84,2% dan spesifisitas sebesar 92,4%. Metode yang digunakan untuk penelitian ini dengan BIA memiliki korelasi dengan DXA sebagai standar pengukuran massa lemak 0,78 untuk lelaki dan 0,85 untuk perempuan.⁹

Pada penelitian ini menunjukkan IMT memiliki korelasi sangat kuat dengan massa lemak pada subyek lelaki dan kappa 0,794 yang berarti kesesuaian tinggi (kappa 0,61-0,8), sensitivitas 80,6% dan spesifisitas 96,6%. Sebelum dilakukan analisa lanjutan nilai kappa adalah 0,595 yang serupa dengan studi di India menggunakan IMT dan DXA mendapatkan hasil kappa 0,56.¹⁶ Indeks massa tubuh dapat digunakan sebagai alat penyaring untuk mendeteksi massa lemak tubuh anak lelaki. Pada subyek perempuan IMT memiliki korelasi kuat–sangat kuat, kappa 0,756 yang berarti kesesuaian tinggi, sensitivitas 83,6% dan spesifisitas 92,4% sehingga dapat digunakan untuk alat penyaring untuk mendeteksi massa lemak tubuh anak perempuan. Sebelum dilakukan analisa lanjutan nilai kappa adalah 0,551 yang serupa dengan studi di India menggunakan IMT dan DXA mendapatkan hasil kappa 0,58.¹⁶

Kesalahan tipe II (*false negative*) dari IMT sebesar 15,7% pada subyek perempuan dan 19,3% pada subyek lelaki harus menjadi perhatian penting. Hal ini memberikan implikasi yang cukup besar. Efek ekonomi pada anak dengan obesitas dibagi menjadi biaya langsung seperti biaya medis berupa resep obat tahunan, ruang gawat darurat dan biaya rawat jalan sebesar \$14,1 triliun, biaya

rawat inap \$237,6 triliun dan biaya tidak langsung seperti tidak masuk kerja.^{55,56} Biaya penanganan biaya medis seumur hidup pada anak obesitas dibandingkan anak normal antara \$12.660 - \$19.630.⁵⁷ Biaya yang lebih besar diperlukan saat anak obese menjadi dewasa dengan obesitas. Sekitar 1/3 obesitas pada anak dan 1/2 obesitas pada usia pra-sekolah menjadi dewasa dengan obesitas.⁵⁸ Biaya untuk mengatasi masalah medis yang berhubungan dengan obesitas pada dewasa sekitar \$147 triliun.⁵⁹ Pada saat dewasa obesitas berhubungan dengan tidak masuk kerja sebesar \$4,3 triliun setahun dan produktifitas yang rendah \$506 per pekerja dengan obesitas per tahun.^{60,61}

Anak dengan massa lemak di atas normal memiliki kemungkinan kelainan konsentrasi metabolisme lemak di dalam tubuhnya. Studi di US oleh Lamb, dkk pada tahun 1999-2004 menunjukkan dari 7821 subyek usia 8-19 tahun dilakukan analisa dengan DXA untuk menilai massa lemak didapatkan usia 8-11 tahun dengan massa lemak tinggi sebesar 25,7%.⁶² Pada penelitian ini didapatkan total 29,4% (n=393) subyek usia 7-12 tahun dengan massa lemak di atas normal. Analisa berdasarkan jenis kelamin pada penelitian ini mendapatkan kelompok subyek lelaki sebesar 33,4% (N=222) massa lemak di atas normal dibandingkan kelompok subyek perempuan 25,5% (n=171). Hal ini menjadi perhatian penting karena Amerika Serikat sudah menyatakan obesitas sebagai masalah utama kesehatan masyarakat sejak tahun 2008 dan program untuk mengatasi obesitas dilaksanakan secara komprehensif di tingkatan sekolah dasar, sekolah lanjutan dan populasi dewasa. Pencegahan jauh lebih murah daripada penyembuhan. Biaya program untuk mencegah obesitas yang mempromosikan pola makan sehat dan aktivitas fisik di sekolah dasar dengan biaya \$900 setiap *quality-adjusted life-year* (QALY) yang diselamatkan.⁶³ Biaya ini 21,1 kali lebih kecil bila dibandingkan dengan biaya kesehatan seumur hidup anak dengan obesitas. Saat seorang menjadi obesitas dewasa maka intervensi obat orlistat biaya \$8.327/QALY, sibutramine biaya \$9.299/QALY dan pembedahan *gastric bypass* akan memberikan biaya \$5.000-\$16.100/QALY untuk perempuan dan \$10.000-\$35.600/QALY untuk lelaki.⁶⁴⁻⁶⁷

Pada penelitian Lamb, dkk. pada anak usia 8-11 tahun dengan massa lemak tinggi terdapat $15,8 \pm 2,1\%$ dengan total kolesterol >200 mg/dL, $13,4 \pm 3,4\%$ dengan HDL <35 mg/dL.⁶⁴ Hasil tersebut memberikan peringatan karena kelainan metabolik yang terjadi pada obesitas akan menyebabkan risiko penyakit kardiovaskular seperti hipertensi, diabetes melitus dan dislipidemia. Seseorang dengan sindrom metabolik memiliki risiko sebanyak 2-3 kali lebih banyak untuk mendapat serangan jantung atau stroke dan 5 kali lebih sering untuk mendapat diabetes melitus tipe 2 dibandingkan seseorang tanpa sindrom metabolik.⁴² Pada penelitian ini tidak menilai profil lipid pada kelompok subyek dengan massa lemak di atas normal.

Hasil analisa statistik dengan menggunakan uji McNemar mendapatkan terdapat perbedaan bermakna secara statistik antara kriteria lebih (status gizi obesitas dan gizi lebih) dan normal menggunakan kriteria IMT CDC dibandingkan dengan kriteria IMT menurut batas penelitian baik subyek lelaki ($p=0,002$) dan perempuan ($p=0,004$). Sementara pada massa lemak, kriteria lebih menurut McCharty dan batas penelitian pada subyek lelaki tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik ($p=0,071$) namun pada subyek perempuan terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik ($p<0,05$). Nilai batas gizi lebih dan obesitas pada IMT dan massa lemak menurut hasil penelitian memberi arti klinis yang penting. Nilai P_{95} pada IMT lelaki dan perempuan dan massa lemak lelaki dan perempuan dibandingkan standar dapat dilihat pada tabel 6.2. Nilai yang didapat dari penelitian ini lebih rendah dari nilai standar, sehingga akan mendeteksi obesitas dalam nilai yang lebih rendah dari standar yang dipakai. Populasi Asia memiliki massa lemak yang lebih tinggi pada IMT yang sama sehingga diperlukan nilai batas yang lebih rendah agar mendeteksi massa lemak lebih dini.

Tabel 6.2 Perbandingan P₉₅ hasil penelitian dan standar

	Usia	IMT		Massa lemak	
		P ₉₅ CDC	P ₉₅ penelitian	P ₉₅ McCharty	P ₉₅ penelitian
Lelaki	7	19,1	17,6	24,1	21,6
	8	20	18,7	25,5	24
	9	21	19,2	26,8	24,1
	10	22,1	20,3	27,9	25,4
	11	23,1	21,6	28,3	25,4
	12	24,2	23,5	27,9	25,8
perempuan	7	19,6	19	28	26,8
	8	20,6	20	29,7	28,1
	9	21,8	21	31,2	29,7
	10	22,9	19,6	32,2	27,1
	11	24,1	21,6	32,8	31,1
	12	25,2	22,1	33,1	29,9

Kesalahan tipe II dapat dikurangi dengan menggunakan batas persentil IMT dari hasil penelitian untuk menentukan gizi lebih dan obesitas sehingga meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas IMT mendeteksi massa lemak di atas normal. Nilai peningkatan sensitivitas, spesifisitas, kappa, kesalahan tipe I dan II hasil kesesuaian IMT dengan massa lemak menggunakan batasa kurva CDC-NCHA 2000 dengan IMT menggunakan kurva persentil penelitian ini dapat dilihat pada tabel 6.3

Tabel 6.3 Perbandingan sensitivitas, spesifisitas, kappa, kesalahan tipe I dan II antara nilai batas IMT CDC-NCHS 2000 dan IMT nilai batas hasil penelitian

		Lelaki(%)	selisih(%)	Perempuan(%)	selisih(%)
Sensitivitas	CDC	80,6		83,6	
	Penelitian	90,5	+9,9	88,2	+4,6
spesifisitas	CDC	96,6		92,4	
	Penelitian	96,6	0	93,4	+1
Kappa	CDC	0,794		0,756	
	Penelitian	0,879	+0,085	0,787	+0,031
Kesalahan tipe I	CDC	3,36		7,53	
	Penelitian	3,36	0	7,5	-0,03
Kesalahan tipe II	CDC	19,3		16,3	
	Penelitian	9,4	-9,9	11,7	-4,6

Etnis merupakan faktor yang memengaruhi komposisi tubuh. Indonesia terdiri dari 263 kelompok etnis yang tersebar di seluruh Indonesia. Sehingga faktor etnis merupakan variabel independen yang perlu diteliti dalam menilai komposisi tubuh. Pada penelitian Shaw, dkk. menggunakan DXA didapatkan perempuan usia 5 tahun etnis Asia Selatan memiliki massa lemak yang lebih besar dari perempuan etnis Afrika-Karibia. Hal yang sama terjadi pada kelompok lelaki dengan kelompok anak Asia Selatan memiliki massa lemak lebih tinggi dari kelompok Afrika-Karibia.⁶⁸ Studi oleh Qing, dkk. menggunakan DXA mendapatkan anak Asia (Cina dan Korea) memiliki massa lemak ekstremitas yang lebih kecil dibandingkan Kaukasia.⁶⁹ Hal ini sangat mendukung untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan menilai etnis di Indonesia sebagai variabel independen pada penelitian massa lemak tubuh.



BAB 7

SIMPULAN DAN SARAN

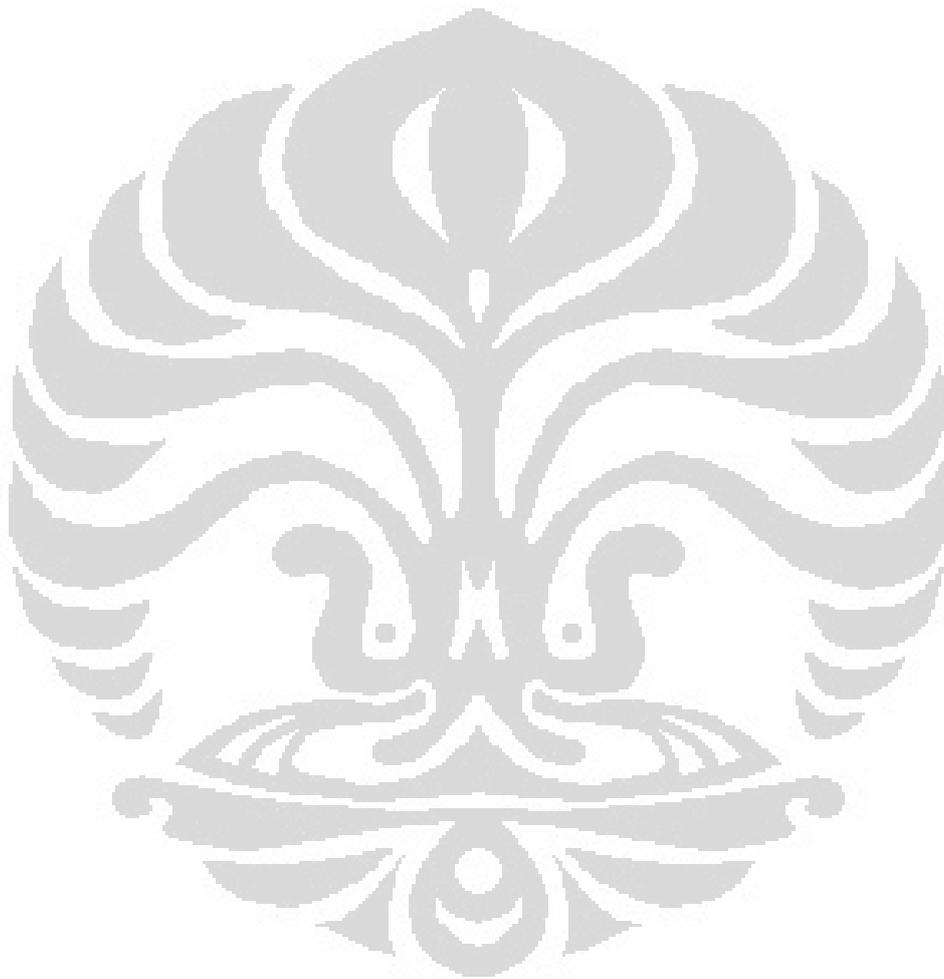
7.1. Simpulan

1. Obesitas berdasarkan IMT pada anak lelaki usia 7-12 tahun sebesar 18,7% terdiri dari usia 7 tahun 3,6%, usia 8 tahun 3%, umur 9 tahun 3,7%, umur 10 tahun 3,7%, umur 11 tahun 3,1% dan umur 12 tahun 1,3%. Obesitas berdasarkan IMT pada anak perempuan usia 7-12 tahun sebesar 13,6% terdiri dari usia 7 tahun 2,2%, usia 8 tahun 3,2%, umur 9 tahun 2,9%, umur 10 tahun 2%, umur 11 tahun 2,5% dan umur 12 tahun 0,4%.
2. Obesitas berdasarkan massa lemak pada anak lelaki usia 7-12 tahun sebesar 21,3% terdiri dari usia 7 tahun 3,7%, usia 8 tahun 3,3%, umur 9 tahun 4,8%, umur 10 tahun 4,2%, umur 11 tahun 3,4%, dan umur 12 tahun 1,6%. Obesitas berdasarkan massa lemak pada anak perempuan usia 7-12 tahun sebesar 13,1% terdiri dari usia 7 tahun 2,9%, usia 8 tahun 3,2%, umur 9 tahun 2,2%, umur 10 tahun 2%, umur 11 tahun 2,2%, dan umur 12 tahun 0,29%.
3. Terdapat korelasi sangat kuat antara IMT dan massa lemak pada subyek lelaki ($r=0,848-0,903$ uji korelasi Spearman $p<0,05$) dan korelasi kuat antara IMT dan massa lemak pada subyek perempuan ($r=0,717-0,846$ uji korelasi Spearman $p<0,05$).

7.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menilai IMT, massa lemak dan profil metabolik (kolesterol total, trigliserida, HDL dan LDL) pada kelompok anak dengan status massa lemak *overfat* dan obesitas sehingga diketahui nilai potong massa lemak saat terjadi kelainan profil metabolik lemak dalam darah.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut kurva massa lemak dan IMT hasil penelitian ini untuk menilai sensitivitas dan spesifisitas kurva massa lemak dan IMT dan untuk data dasar pembuatan kurva massa lemak dan IMT anak Indonesia.

3. Perlu dilakukan pemeriksaan massa lemak bagi anak usia sekolah dasar di Jakarta dengan menggunakan metode *bioelectrical impedance analysis* untuk menentukan status massa lemak berdasarkan kurva massa lemak lelaki dan perempuan dari penelitian ini.
4. Perlu dilakukan pengukuran tinggi badan, berat badan dan massa lemak di Usaha Kesehatan Sekolah secara rutin dan bekerja sama dengan PUSKESMAS dalam rangka pencegahan obesitas di sekolah dasar di Jakarta.



DAFTAR PUSTAKA

1. Antipatis VJ, Gill TP. Obesity as a global problem. Dalam: Bjontorp P, penyunting. *International textbook of obesity*. Cheister: Wiley; 2001. h. 3-22
2. Lenders CM, Hoppin AG. Evaluation and management of obesity. Dalam: Walker A, Watkins JB, Duggan C, penyunting. *Nutrition in pediatrics basic science and clinical applications*. Edisi ke-3. London: BC Decker; 2003. h. 917-30
3. Ebbeling CB, Pawiak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public health crisis, common sense cure. *Lancet*. 2012;360:473-82.
4. Gupta N, Goel K, Shah P, Misra A. Childhood obesity in developing countries: epidemiology, determinants, and prevention. *Endo Rev*. 2012;33:48-70.
5. Badan penelitian dan pengembangan kesehatan kementerian kesehatan. *Riset kesehatan dasar*. Jakarta: Kementerian kesehatan; 2010. h.17-67
6. De Ferranti S, Mozaffarian D. The perfect storm: obesity, adipocyte dysfunction, and metabolic consequences. *Clinical chemistry*. 2008;54:945-55.
7. Sjarif DR. Obesitas anak dan remaja. Dalam: Sjarif DR, Lestari ED, Mexitala M, Nasar SS, penyunting. *Buku ajar nutrisi pediatrik dan penyakit metabolik*. Edisi ke-1. Jakarta: Balai penerbit IDAI; 2011. h.230-41
8. Koski ML, Gill T. Defining childhood obesity. Dalam: Kiess W, Marcus C, Wabitsch, penyunting. *Obesity in childhood and adolescence*. Swiss: Karger; 2004. h. 1-17
9. Hu FB. Measurement of adiposity and body composition. Dalam: Hu FB, penyunting. *Obesity*. Oxford: New York; 2008. h. 53-76
10. Deurenberg P, Yap M, Guricci S. Asians are different from Caucasians and from each other in their body mass index/body fat percent relationship. *Obes Rev*. 2002;3:141-6.
11. Deurenberg P, Yap M, van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998;22:1164-71.
12. Kim K, Yun SH, Jang MJ, Oh KW. Body fat percentile curves for Korean children and adolescent: a data from Korean national health and nutrition examination survey 2009-2010. *J Korean Med Sci*. 2013;28:443-9.
13. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*. 2004;363:157-63.
14. Rolland-Cachera M-F, Deheeger M, Bellisle F, Sempe M, Guillound-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr*. 1984;39:129-35.
15. Deurenberg P, Yap M, Schmidt G, van Staveren WA. The paradox of low body mass index and high body fat percentage among Chinese, Malays and Indians in Singapore. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000;24:1011-7.

16. Khadwat R, Marwaha RK, Tandon N, Mehan N, Upadhyay AD, Sastry A, dkk. Reference intervals of percentage body fat in apparently healthy North-Indian school children and adolescents. *Indian pediatrics*. 2013 [epub ahead of print).
17. Ellis KJ. Human body composition: In vivo methods. *Physiol Rev*. 2000;80:649-80.
18. Dempster P, Aitkens S. A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27:1692-1697.
19. Goodpaster BH, Krishnaswami S, Resnick H, Kelley DE, Haggerty C, Harris TB, dkk. Association between regional adipose tissue distribution and both type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in elderly men and women. *Diabetes Care*. 2003;26:372-379.
20. van Raaij JM, Peek ME, Vermaat-Miedema SH, Schonk CM, Hautvast JG. New equations for estimating body fat mass in pregnancy from body density or total body water. *Am J Clin Nutr*. 1988;48:24-29.
21. Clasey JL, Bouchard C, Teates CD, Riblett JE, Thorner MO, Hartman ML, dkk. The use of anthropometric and dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) measures to estimate total abdominal and abdominal visceral fat in men and women. *Obes Res*. 1999;7:256-264.
22. Steinberger J, Jacobs DR, Raatz S, Moran A, Hong CP, Sinaiko AR. Comparison of body fatness measurements by BMI and skinfolds vs dual energy x-ray absorptiometry and their relation to cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29:1346-1352.
23. NIH Consensus statement. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. December 12-14, 1994. *Nutrition*. 1996;12:749-762.
24. Heymsfield SB, Hu HH, Wang Z, Shen W, Jin Y. Measurement of total adiposity, regional fat depots, and ectopic fat. Dalam: Bray G, Bouchard C, penyunting. Edisi ke-3. *Handbook of Obesity*. Boca Raton: CRC Press; 2014. h.22-3
25. Fields DA, Goran MI, McCrory MA. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr*. 2002;75:453-467.
26. Kiebzak GM, Leamy LJ, Pierson LM, Nord RH, Zhang ZY. Measurement precision of body composition variables using the lunar DPX-L densitometer. *J Clin Densitom*. 2000;3:35-41.
27. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. *J Chronic Dis*. 1972;25:329-343.
28. Allison DB, Heo M, Fontaine KR, Hoffman DJ. Body weight, body composition and longevity. Dalam: Bjontorp P, penyunting. *International textbook of obesity*. Cheister: Wiley; 2001. h. 31-46

29. Gallagher D, Visser M, Sepulveda D, Pierson RN, Harris T, Heymsfield SB. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? *Am J Epidemiol.* 1996;143:228-239.
30. Blew RM, Sardinha LB, Milliken LA, Teixeira PJ, Going SB, Ferreira DL, dkk. Assessing the validity of body mass index standards in early postmenopausal women. *Obes Res.* 2002;10:799-808.
31. Garn SM, Leonard WR, Hawthorne VM. Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr.* 1986;44:996-997.
32. Horlick M. Body mass index in childhood—measuring a moving target. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86:4059-60.
33. Wagner DR, Heyward VH. Measures of body composition in blacks and whites: a comparative review. *Am J Clin Nutr.* 2000;71:1392-1402.
34. Kleerekoper M, Nelson DA, Peterson EL, Wilson PS, Jacobsen G, Longcope C. Body composition and gonadal steroids in older white and black women. *J Clin Endocrinol Metab.* 1994;79:775-9.
35. Cruz ML, Goran MI. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Current diabetes report.* 2004;4:53-62.
36. Sjarif DR, Nasar SS, Devaera Y, Tanjung CF. *Asuhan nutrisi pediatrik.* Jakarta: Ikatan Dokter Anak Indonesia; 2011. h. 6
37. Czerwinski-Mast M, Muller MJ. Nutrition. Dalam: Kiess W, Marcus C, Wabitsch, penyunting. *Obesity in childhood and adolescence.* Swiss: Karger; 2004. h. 103-9
38. Kiess W, Raile K, Kapellen T, Pfaeffle R, Keller E, Bluher S, dkk. Multidisciplinary management of obesity in children and adolescents—why and how should it be achieved? Dalam: Kiess W, Marcus C, Wabitsch, penyunting. *Obesity in childhood and adolescence.* Swiss: Karger; 2004. h. 195-204
39. Marcus C. Pharmacological treatment of childhood obesity. Dalam: Kiess W, Marcus C, Wabitsch, penyunting. *Obesity in childhood and adolescence.* Swiss: Karger; 2004. h. 211-7
40. Marcus C. Bariatric surgery. Dalam: Kiess W, Marcus C, Wabitsch, penyunting. *Obesity in childhood and adolescence.* Swiss: Karger; 2004. h. 208.
41. Lakhani SU, Marino M, Rivinus TM, Luippold S. Behavioral health consideration for management in pediatric obesity in primary care. Dalam: Apovian CM, Lenders CM, penyunting. *A clinical guide for management of overweight and obese children and adults.* US: Taylor & Francis; 2007. h. 240-68.
42. Misra A, Khurana L. Obesity and the metabolic syndrome in developing countries. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008;93:s9-30.
43. Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. *Statistik Daerah Provinsi DKI Jakarta.* Jakarta: BPS Provinsi DKI Jakarta; 2014. h. 31

44. Computing percentile. 2015 Dec 17 [disitasi tanggal 3 April 2016]. Tersedia di:
http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/BS/BS704_Probability/BS704_Probability10.html
45. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes*. 2006;30:598-602.
46. Kaplowitz PB. Link between body fat and the timing of puberty. *Pediatrics*. 2008;121:s208.
47. Bechard L, Puig M. Body composition and growth. Dalam: Walker A, Watkins JB, Duggan C, penyunting. *Nutrition in pediatrics basic science and clinical applications*. Edisi ke-3. London: BC Decker; 2003. h. 32-47
48. Garnett SP, Hogler W, Blades B, Baur LA, Peat J, Lee J, dkk. Relation between hormones and body composition, including bone in prepubertal children. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:966-72.
49. Ekelund U, Neovius M, Linne Y, Brage S, Wareham NJ, Rossner S. Associations between physical activity and fat mass in adolescents: the Stockholm weight development study. *Am J Clin Nutr*. 2005;81:355-60.
50. Rini EA, Desdamona E. Usia awitan pubertas dan beberapa faktor yang berhubungan pada murid SD di kota Padang. *Sari Pediatri*. 2007;9:227-32.
51. Indaryani W, Susanto R, Susanto JC. Hubungan awitan pubertas dan status sosial ekonomi serta status gizi pada anak perempuan. *Sari Pediatri*. 2010;11:374-8.
52. Suryansyah A. Gambaran tanda pubertas pada murid sekolah dasar. *Sari Pediatri*. 2012;13:346-50.
53. Cintra IdP, Ferrari GLdM, Soares AcdSV, Passos MAZ, Fisberg M, Vitalle MSdS. Body fat percentiles of Brazilian adolescents according to age and sexual maturation: a cross-sectional study. *BMC Pediatrics*. 2013;13:96.
54. Freedman DS, Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*. 2009;124:s23-33.
55. Trasande L, Chatterjee S. The impact of obesity on health service utilization and cost in childhood. *Obesity*. 2009;17:1749-54.
56. Trasande L, Liu Y, Fryer G, Weitzman M. Effect of childhood obesity on hospital care and costs, 1999-2005. *Health aff*. 2009;28:w751-60.
57. Finkelstein EA, Grahan WCK, Malhotra R. Lifetime direct costs of childhood obesity. *Pediatrics*. 2014;133:1-9.
58. Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of literature. *Prev Med*. 1993;22:167-77.
59. Finkelsterin EA, Trogon JG, Cohen JW, Dietz W. Annual medical spending attributable to obesity: payer- and service-specific estimates. *Health aff*. 2009;28:w822-31.

60. Cawley J, Rizzo JA, Haas K. Occupation-specific absenteeism costs associated with obesity and morbid obesity. *J Occup Environ Med.* 2007;49:1317-24.
61. Gates D, Succop P, Brehm B, Gillespie G, Sommers B. Obesity and presenteeism: the impact of body mass index on workplace productivity. *J Occup Environ Med.* 2008;50:39-45.
62. Lamb MM, Ogden CL, Carroll MD, Lacher DA, Flegal KM. Association of body fat percentage with lipid concentrations in children and adolescent: United States, 1999-2004. *Am J Clin Nutr.* 2011;94:877-83.
63. Brown HS, Perez A, Li YP, Hoelscher DM, Kelder SH, Rivera R. The cost-effectiveness of a school-based overweight program. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2007;4:47.
64. Maetzel A, Ruof J, Covington M, Wolf A. Economic evaluation of orlistat in overweight and obese patients with type 2 diabetes mellitus. *Pharmacoeconomics.* 2003;21:501-12.
65. Warren E, Brennan A, Akehurst R. Cost-effectiveness of sibutramine in the treatment of obesity. *Med Decis Making.* 2004;24:9-19
66. Craig BM, Tseng D. Cost-effectiveness of gastric bypass for severe obesity. *Am J Med.* 2002;113:491-8.
67. Roux L, Tengs TO, Yore MM, Yanagawa TL, Van den Bos J, Rutt C, et al. Are public health efforts to promote physical activity cost-effective? A cost-effectiveness analysis of the Guide to Community Preventive Services recommendations for increasing physical activity. *Am J Prev Med.* 2008;35:578-88.
68. Shaw NJ, Crabtree NJ, Kibirige MS, Fordham JN. Ethnic and gender differences in body fat in British schoolchildren as measured by DXA. *Arch Dis Child.* 2007;92:872-5.
69. He Q, Horlick M, Thornton J, Wang J, Pierson RN Jr, Heshka S, dkk. Sex and race differences in fat distribution among Asian, African-American, and Caucasian prepubertal children. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002;87:2164-70.

Lampiran 1

FORMULIR PERSETUJUAN MENGIKUTI PENELITIAN (FORMULIR INFORMED CONSENT)			
Peneliti Utama		Yulianto Santoso Kurniawan	
Pemberi informasi		Yulianto Santoso Kurniawan	
Penerima informasi			
Nama Subyek			
Tanggal Lahir (Umur)			
Jenis Kelamin			
Alamat			
No. Telp (HP)			
	JENIS INFORMASI	ISI INFORMASI	TANDAI
1	Judul Penelitian	Gambaran kandungan lemak pada anak usia sekolah dasar di Jakarta	
2	Tujuan Penelitian	Mengatahui nilai kandungan lemak pada anak usia sekolah dasar	
3	Cara dan Prosedur Penelitian	Yth. Bapak/Ibu, Setelah putra/i Bapak/Ibu diberikan izin untuk mengikuti penelitian maka putra/i Bapak/Ibu akan dilakukan penimbangan kemudian diukur berat badan, tinggi badan dan lemak badan.	
4	Jumlah subyek	Dibutuhkan sebanyak 650 anak lelaki dan 650 anak perempuan	
5	Waktu Penelitian	Januari 2016-April 2016	
6	Manfaat Penelitian termasuk manfaat bagi subyek penelitian	Bila putra/i Bapak/Ibu mengikuti penelitian ini maka Bapak/Ibu akan mengetahui nilai lemak putra/i Bapak/Ibu.	
7	Risiko & Efek samping dalam penelitian	Tidak ada risiko dan efek yang merugikan anak dalam penelitian ini.	
8	Ketidaknyamanan subyek penelitian	Tidak ada hal yang bisa menyebabkan rasa tidak nyaman anak dalam penelitian ini.	
9	Kompensasi bila terjadi efek samping	Bila putra/i Bapak/Ibu mengalami efek samping akibat penelitian ini, maka anak akan dirawat di RSCM dengan pengawasan tim peneliti	
10	Alternatif Penanganan (bila ada)	Tidak ada alternatif penanganan.	

Lampiran 2

Lembar Penjelasan & Persetujuan Orang tua/Wali

Penjelasan mengenai Penelitian profil massa lemak tubuh pada anak usia sekolah dasar**Departemen Ilmu Kesehatan Anak FKUI-RSCM****Bapak/Ibu yang terhormat,**

Saat ini Divisi Nutrisi Metabolik Departemen Ilmu Kesehatan Anak FKUI/RSCM sedang melakukan penelitian mengenai “Profil massa lemak tubuh pada anak usia sekolah dasar”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil massa lemak tubuh anak usia sekolah dasar sebagai salah satu metode diagnosis dini obesitas/kegemukan pada anak. Kegemukan atau obesitas membuat anak berisiko untuk mendapat penyakit jantung, diabetes, stroke. Sehingga diperlukan metode untuk bisa mendeteksi obesitas sedini mungkin untuk mencegah terjadinya obesitas dan atau mengurangi terjadinya komplikasi akibat obesitas/kegemukan.

Untuk penelitian ini kami membutuhkan 605 anak lelaki dan 409 anak perempuan yang sehat usia sekolah dasar. Anak Bapak/Ibu memenuhi kriteria tersebut sehingga kami memohon kesediaannya untuk ikut dalam penelitian ini.

Jika bersedia ikut, anak Bapak/Ibu akan ditimbang dengan timbangan standar dan diukur berat badan dan massa lemak tubuh. Bapak/Ibu tidak perlu membayar untuk pemeriksaan ini dan pemeriksaan ini tidak membahayakan anak.

Bapak/Ibu bebas untuk memutuskan keikutsertaan anak dalam penelitian ini. Semua data penelitian akan diperlakukan secara rahasia sehingga tidak memungkinkan orang lain menghubungkannya dengan anak Bapak/Ibu. Bila membutuhkan penjelasan lebih lanjut, Bapak/Ibu dapat menghubungi dr. Yulianto Santoso di nomor telepon 081383232756.

Dr. Yulianto Santoso

Peneliti

UNIVERSITAS INDONESIA

Lampiran 3

**SURAT PERSETUJUAN PENELITIAN
PROFIL MASSA LEMAK TUBUH PADA ANAK USIA SEKOLAH
DASAR
2015**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama.....

Umur.....

Alamat.....

Telepon.....

sebagai orang tua/wali dari:

Nama.....

Umur.....

Jenis kelamin :Lelaki/ Perempuan*

setelah mendapat keterangan dan mengerti sepenuhnya penjelasan yang diberikan kepada saya oleh dokter/guru tentang penelitian ini, dengan sukarela menyetujui anak saya diikutsertakan dalam penelitian ini.

Demikian surat pernyataan ini dibuat tanpa paksaan dari pihak manapun dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta,2010

Yang menyatakan:

Saksi

Orang tua/wali

(Nama jelas:.....)

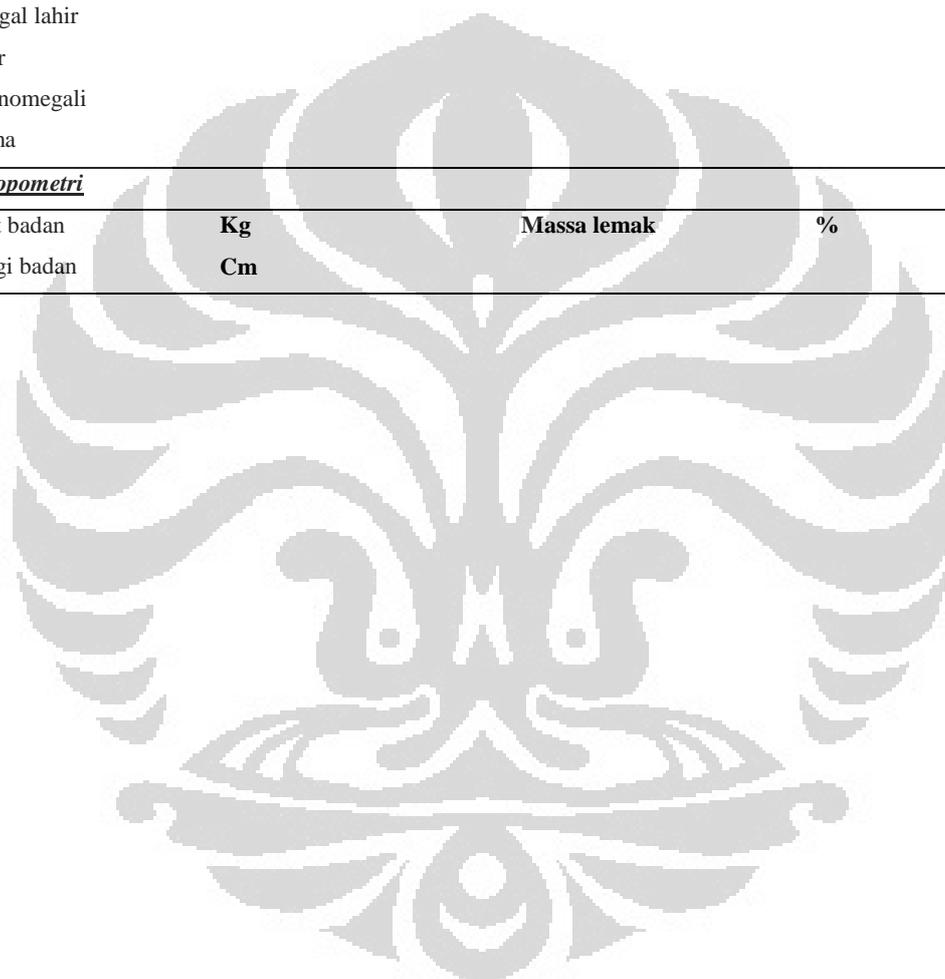
(Nama jelas:.....)

* coret yang tidak perlu

Lampiran 4

FORMULIR PENELITIAN

Nomor penelitian*	urut	Nama sekolah	
Kelas		Tanggal masuk penelitian	
<u>Identitas</u>			
Nama pasien		Suku ayah	
Jenis kelamin		Suku ibu	
Tanggal lahir			
Umur			
Organomegali			
Edema			
<u>Antropometri</u>			
Berat badan	Kg	Massa lemak	%
Tinggi badan	Cm		



Lampiran 5. Keterangan Lolos Kaji Etik



UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS KEDOKTERAN

Gedung Fakultas Kedokteran UI
Jl. Salemba Raya No.6, Jakarta 10430
PO.Box 1358
T. 62.21.3912477, 31930371, 31930373,
3922977, 3927360, 3153236,
F 62 21 3912477, 31930372, 3157288,
E. humas@fk.ui.ac.id, office@fk.ui.ac.id
fk.ui.ac.id

Nomor : 908 /UN2.F1/ETIK/2015

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK

ETHICAL APPROVAL

Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia dalam upaya melindungi hak asasi dan kesejahteraan subyek penelitian kedokteran, telah mengkaji dengan teliti protokol berjudul:

The Ethics Committee of the Faculty of Medicine, University of Indonesia, with regards of the Protection of human rights and welfare in medical research, has carefully reviewed the research protocol entitled:

"Profil Massa Lemak Tubuh pada Anak Usia Sekolah Dasar (7-12 Tahun) di Jakarta Pusat".

Peneliti Utama
Principal Investigator

: dr. Yulianto Santoso Kurniawan

Nama Institusi
Name of the Institution

: Ilmu Kesehatan Anak FKUI/RSCM

dan telah menyetujui protokol tersebut di atas.
And approved the above-mentioned protocol.



Prof. Dr. dr. Rianto Setiabudy, SpFK

**Ethical approval berlaku satu tahun dari tanggal persetujuan*
***Peneliti berkewajiban*

1. Menjaga kerahasiaan identitas subyek penelitian
2. Memberitahukan status penelitian apabila
 - a. Setelah masa berlakunya keterangan lolos kaji etik, penelitian masih belum selesai, dalam hal ini *ethical clearance* harus diperpanjang
 - b. Penelitian berhenti di tengah jalan
3. Melaporkan kejadian serius yang tidak diinginkan (*serious adverse events*)
4. Peneliti tidak boleh melakukan tindakan apapun pada subyek sebelum penelitian lolos kaji etik dan *informed consent*

Universitas Indonesia