

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposisi Tubuh Manusia

Menurut J Brochek, komposisi tubuh: 62,4% Air, 16,4% Protein, 5,9% Mineral, 15,3% Lemak, 84,7 % Massa lemak bebas (FFM).

Menurut Gilbert B Forber komposisi tubuh adalah jumlah seluruh dari bagian tubuh. Bagian tubuh terdiri dari adiposa dan massa jaringan bebas lemak.

Sementara menurut WHO tubuh manusia dibagi menjadi 4 macam komposisi yang kompleks yang terdiri dari:

1. Komposisi atomik. Berat badan merupakan akumulasi sepanjang hidup dari 6 elemen utama yaitu: oksigen, karbon, hidrogen, nitrogen, kalsium, dan fosfor. Kurang dari 2 % berat badan terdiri dari sulfur, kalium, natrium, klorida, magnesium dan 40 elemen lain yang secara normal terdapat dalam jumlah kurang dari 10 gram.

2. Komposisi molekular. Elemen terbagi dalam komponen molekular yang dikelompokkan dalam 5 kategori besar, yaitu: lemak, protein, glikogen, air, dan mineral. Tingkat molekular ini secara praktis seringkali dibagi atas: lemak dan massa bebas lemak. Komposisi ini menyusun dasar untuk sel yang fungsional.

3. Komposisi selular. Komposisi ini terdiri dari 3 komponen: sel, cairan ekstrasel dan bagian padat ekstrasel. Massa sel dibagi lagi atas lemak(komponen molekular) dan bagian yang aktif secara metabolik yaitu massa sel tubuh.

Sehingga pada akhirnya akan terdiri dari *body cell mass*, cairan ekstrasel dan solid ekstrasel.

4. Komposisi jaringan dan organ. Sel akan membentuk jaringan dan organ tubuh, seperti jaringan adiposa, otot skelet, tulang, kulit, jantung, dan organ visceral lainnya. Jaringan dan organ tubuh akan membentuk tubuh manusia yang merupakan perpaduan 5 komponen tubuh, yaitu atomik, molekular, selular, jaringan dan organ serta tubuh secara keseluruhan.⁹⁻¹¹

Komposisi tubuh diukur untuk mendapatkan persentase lemak, tulang, air, dan otot dalam tubuh. Pengukuran komposisi tubuh juga ditujukan untuk mendeteksi kebutuhan tubuh terhadap asupan makanan serta mendapatkan informasi yang relevan terhadap upaya pencegahan dan penanganan penyakit.⁷

Antropometri gizi berhubungan dengan berbagai macam pengukuran dimensi tubuh dan komposisi tubuh dari berbagai tingkat umur dan tingkat gizi. Pengukuran antropometri sangat umum digunakan untuk mengukur status gizi dari berbagai ketidakseimbangan antara asupan protein dan energi. Gangguan yang terjadi biasanya dapat dilihat dari pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh, seperti lemak, otot, dan jumlah air dalam tubuh.⁷

2.2. Pemeriksaan antropometri

Pemeriksaan antropometris menginformasikan ukuran komposisi tubuh yang boleh jadi merupakan isyarat dini perubahan status gizi. Pemeriksaan ini umumnya ditujukan untuk 1. penapisan status gizi, 2. Survei status gizi, 3. Pemantauan status gizi. Parameter antropometri yang wajib diperiksa ialah tinggi

dan berat badan, lingkar tubuh, dan tebal lipatan kulit agar mengetahui berat badan ideal.

Tinggi badan diukur dalam keadaan berdiri tegak lurus, tanpa alas kaki, kedua tangan merapat ke badan, punggung dan bokong menempel pada dinding, serta pandangan diarahkan kedepan. Kemudian bagian dari alat pengukur tinggi digeser hingga menyentuh *vertex* kepala. Hasil pengukuran tinggi badan orang tua sebagian besar tidak akurat karena komponen penentu tinggi badan lansia sebenarnya telah berubah, diskus antar vertebra telah menipis, disamping itu mungkin terjadi skoliosis. Dengan demikian hasil pengukuran pada lansia tidak sama dengan pengukuran ketika yang bersangkutan masih muda. Tinggi badan dapat diperkirakan dengan cara mengukur tinggi lutut(TL) menggunakan kaliper, dengan mengukur tinggi tulang fibula(TF). Selain itu dapat pula diukur dengan memperkirakan dengan menggunakan panjang rentang tangan(PRT). Panjang rentang tangan ialah jarak antara dua ujung jari tangan kanan dan kiri terpanjang melalui tulang dada. PRT tidak boleh diterapkan dibawah 5 tahun karena tungkai dan batang badan belum berkembang dalam kecepatan sama.

Berat badan merupakan parameter antropometris yang paling banyak digunakan karena mudah dimengerti, agar berat badan dapat dijadikan ukuran yang reliabel, sejumlah parameter lain harus dipertimbangkan, seperti tinggi badan, dimensi kerangka tubuh, proporsi lemak, otot, tulang, serta komponen berat patologis (misal edema dan splenomegali). Dalam menentukan status gizi seseorang, ukuran ini harus dikombinasikan dengan parameter antropometris yang lain. Berat badan yang tertimbang ialah berat badan total, terdiri dari atas *lean*

body mass (LBM) dan berat lemak. LBM meliputi otot,tulang, dan darah. LBM dihitung dengan formula Katch-McArdle. Berat lemak dihitung dengan rumus :

$$FW = TBW \times \%BF$$

Ket:

FW= fat weight(berat lemak)

TBW= total body weight(BB total)

BF= body fat(lemak tubuh)

Secara sederhana, seorang laki-laki dapat diperkirakan memiliki BB 48,2 kg wanita 45,4 kg jika tinggi badannya 154 cm. Ketika tinggi bertambah 2,54 cm, BB laki-laki akan naik sebanyak 2,7 kg wanita 2,3 kg. Jika berat badan pasien melebihi BB ideal, maka harus dicermati apakah itu kelebihan BB oleh karena overhidrasi atau dilatar belakangi oleh kelebihan lemak. Keterangan tentang kelebihan BB ini diperoleh dari keluarga, pasien sendiri, catatan medis, atau membandingkan BB ketika pasien masuk rumah sakit dengan BB sekarang. Jika ternyata obesitas, tentukan BB yang merefleksikan *lean body mass* dengan menggunakan rumus *obesity-adjusted weight* OAW sebagai berikut:

$$OAW = IBW + [(ABW - IBW) \times 0,25]$$

Ket:

IBW= ideal body weight(berat badan ideal,BBI)

ABW=actual body weight(berat badan sekarang)

Berat badan ideal orang dewasa (diatas 18 tahun), karena acuan baku belum tersedia, ditentukan dengan berbagai Cara menghitung BBI diantaranya dengan menggunakan formula lorentz:

$$\text{BBI (laki-laki)} = (\text{TB}_{\text{cm}} - 100) - (\text{TB}_{\text{cm}} - 150) / 4$$

$$\text{BBI(wanita)} = (\text{TB}_{\text{cm}} - 100) - (\text{TB}_{\text{cm}} - 150) / 2,5$$

Berat badan ideal harus dikoreksi dengan perkiraan berat bagian tubuh yang misalnya telah teramputasi, jika pasien telah amputasi atau mengalami kelumpuhan ekstremitas; paraplegia (BBI dikurangi 10-15%) dan tetraplegia(15-20%). Berat badan melebihi 200% tergolong obesitas morbid, diatas 150% termasuk obesitas, dan lebih besar dari 120% tergolong BB berlebih. Sebaliknya jika BB kurang dari 80-90% BBI dianggap malnutrisi ringan, antara 70-80% masuk malnutrisi ringan dan dibawah 70% dianggap malnutrisi berat.

Lingkar tubuh juga menyiratkan jumlah kandungan lemak didalam tubuh. Lingkar tubuh yang perlu diukur ialah lingkar lengan atas dan bawah, lingkar pinggang (perut), lingkar pinggul, lingkar paha dan betis, serta lingkar leher.

Cadangan lemak tubuh dihitung menggunakan densitometri, cairan tubuh total, kalium tubuh total, dan ambilan gas-gas lembam larut-lipid. Cara-cara ini sulit diterapkan dalam praktik klinis. Cara yang lebih banyak diterapkan ialah cara tidak langsung, yang meliputi pengukuran ketebalan lipatan kulit serta indeks massa tubuh.

Ketebalan lipatan kulit Pengukuran presentasi lemak tubuh dengan densitometri hanya cocok dilakukan di laboratorium. Alternatif lain adalah dengan mengukur ketebalan lemak bawah kulit. Cara ini tidak sulit dilakukan, lagi pula ketebalan lemak bawah kulit telah terbukti sebagai indikator paling kuat diantara berbagai jenis parameter antropometris yang mencerminkan cadangan lemak tubuh; lebih dari 85% lemak tubuh tersimpan dalam jaringan bawah kulit. Teknik pengukuran ini juga memiliki faktor kesalahan kecil, hanya sekitar 2-3%. Masalah yang kerap tumbul adalah belum tersedianya acuan baku umum. Acuan baku yang ada sekarang amat spesifik untuk usia dan jenis kelamin tertentu. Jika hasil pengukuran terhadap kelompok individu lain diacu ke nilai baku yang sama, maka faktor kesalahan menjadi lebih besar (sekitar 5-10%). Lipatan lemak bawah kulit yang paling banyak dan paling mudah diukur, serta berkorelasi erat dengan lemak tubuh adalah lipatan kulit triceps, biceps, subscapula, supra iliaka, perut, paha, dan dada. Cara pengukurannya dengan kulit dicubit dengan dua jari. Kaliper diletakkan tegak lurus terhadap lipatan kulit yang tercubit, sekitar 1 cm diatas jari. Ulangi beberapa kali sebelum membaca skala.⁷

2.2.1. Indeks massa tubuh

Indeks massa tubuh(IMT) ialah formula matematis yang bertalian dengan lemak tubuh orang dewasa, yaitu berat badan (kg) dibagi kuadrat tinggi badan (m²).

$$\text{BMI} = \text{BB} / \text{TB}^2$$

Klasifikasi Obesitas berbasis etnis		
	Asia	Bukan Asia
	Indeks Massa Tubuh/(IMT (kg/M^2))	
BB kurang	$\leq 18,5$	$\leq 18,5$
BB normal	18,5-22,9	18,5-24,9
BB berlebih	23,0-24,9	25,0-29,9
Obesitas	25,0-34,9	30,0-39,9
Obesitas Morbid	$\geq 35,0$	$\geq 40,0$
	Lingkar Pinggang (cm)	
Laki-laki	≥ 92 cm	≥ 102 cm
Wanita	≥ 82 cm	≥ 88 cm
	Rasio Pinggang-pinggul	
Laki-laki	$\leq 1,0$	
Wanita	$\leq 0,9$	

Formula ini cocok diterapkan pada mereka yang berusia antara 19-70 tahun, mempunyai struktur tulang belakang yang normal, bukan atlet atau binaragawan, juga bukan wanita hamil atau menyusui. Cara ini boleh diterapkan terutama jika pengukuran tebal kulit tidak dapat dilakukan (misalnya pada manula) atau jika nilai bakunya tidak tersedia. Indeks massa tubuh anak tidak dapat menggunakan rumusan ini karena kecepatan pertambahan ukuran linear tubuh (tinggi badan dan berat badan) tidak berlangsung dalam kecepatan sama. Nilai IMT untuk anak (5-19 tahun) ditentukan berdasarkan referensi WHO. Sementara itu untuk penentuan IMT berusia kurang dari 5 tahun masih menggunakan formula khusus yang hasilnya ditabulasi oleh ke tabel IMT berdasar usia. Jika tinggi badan tidak dapat diukur secara langsung, terutama pada lansia yang telah renta atau mengalami kelainan tulang belakang (misalnya; kifosis, skoliosis), penentuan tinggi badan boleh menggunakan tinggi lutut (TL) dan panjang rentang tangan (PRT).⁷

2.2.1.1 Faktor yang berhubungan dengan IMT

- Pola makan

Pola makan adalah pengulangan susunan makanan yang terjadi saat makan. Pola makan berkenaan dengan jenis, proporsi dan kombinasi makanan yang dimakan oleh seorang individu. Makanan berminyak dan berlemak seperti gorengan (*food fried*) berhubungan positif dengan obesitas umum dan obesitas sentral karena dapat menghasilkan asupan energi tinggi sehingga mampu meningkatkan IMT.¹⁶

- Aktivitas fisik

Aktivitas fisik menggambarkan gerak tubuh yang disebabkan oleh kontraksi otot menghasilkan energi ekpenditur. Untuk kepentingan kesehatan, aktivitas fisik haruslah sedang atau bertenaga serta dilakukan hingga kurang lebih 30 menit setiap harinya dalam seminggu. Untuk penurunan berat badan atau mencegah peningkatan berat badan, dibutuhkan aktivitas fisik sekitar 60 menit dalam sehari.¹⁷

Usia

Penelitian yang dilakukan oleh Kantachuvessiri, Sirivichayakul, Kaewkungwal, Tungtrochitr dan Lotrakul menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia yang lebih tua dengan IMT kategori obesitas. Subjek penelitian pada kelompok usia 40-49 dan 50-59 tahun memiliki risiko lebih tinggi mengalami obesitas dibandingkan kelompok usia kurang dari 40 tahun. Keadaan

ini dicurigai oleh karena lambatnya proses metabolisme, berkurangnya aktivitas fisik, dan frekuensi konsumsi pangan yang lebih sering.¹⁵

- Genetik

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 40% variasi IMT dijelaskan oleh faktor genetik. IMT sangat berhubungan erat dengan generasi pertama keluarga. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa orang tua yang obesitas memiliki keturunan dengan obesitas.¹⁸

- Jenis kelamin

Keadaan IMT dengan kategori kelebihan berat badan lebih banyak terjadi pada laki-laki. Namun, angka kejadian obesitas umum dan obesitas sentral lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki.¹⁸

2.2.2. Kadar lemak total

Presentasi Lemak Tubuh (*body fat*) adalah presentase berat lemak total dalam tubuh terhadap berat badan dan merupakan indikator kesehatan. Kadar Lemak yang berlebihan sangat beresiko terhadap berbagai penyakit. Besarnya ditentukan dengan rumus berikut:

$$BF\% = \frac{TBW - LBM}{TBW} \times 100$$

Ket :

BF= Body fat

TBW= Total Body weight(BB total)

LBM = Lean Body mass

Selain itu presentasi lemak tubuh dapat pula diprediksi dengan menggunakan ukuran lingkar pinggang, usia, dan jenis kelamin, atau berdasarkan nilai BMI, usia, serta jenis kelamin⁷

Prediksi % BF berbasis LP, usia, dan jenis kelamin

$$\% \text{ BF (Laki)} = 0,567 \times \text{LP (cm)} + 0,101 \times \text{U (tahun)} - 31,8$$

$$\% \text{ BF (Perempuan)} = 0,439 \times \text{LP (cm)} + 0,221 \times \text{U (tahun)} - 9,4$$

LP = Lingkar pinggang, U= usia

(Lean et al,1996)

Prediksi % BF berbasis BMI, usia, dan jenis kelamin

$$\% \text{BF} = 1,2 \times \text{BMI} + 0,23 \times \text{U (tahun)} - 10,8 \times \text{jenis kelamin} - 5,4$$

Skor jenis kelamin : Wanita = 0; Laki-Laki = 1

(Deurenberg P et al, 1991)

LEMAK TUBUH	Tabel nilai kadar lemak total dalam %			
	RENDAH	NORMAL	TINGGI	SANGAT TINGGI
WANITA	5.0 – 19.9%	20.0 –29.9%	30.0 – 34.9%	35.0 – 50.0%
PRIA	5.0 – 9.9%	100.0 –19.9%	20.0 – 24.9%	25.0 – 50.0%

Untuk WANITA : Usia di bawah 30 tahun = 17 - 23% , Usia di atas 30 tahun = 20 – 27%

Untuk PRIA: Usia di bawah 30 tahun = 14 - 20% , Usia di atas 30 tahun = 17 – 23%

2.2.2.1 Faktor yang berpengaruh terhadap kadar lemak total

- Konsumsi makanan berlemak

Penelitian yang dilakukan terhadap 33.542 orang spanyol berumur 29-69 tahun menunjukkan bahwa makanan seperti gorengan (*food fried*) berhubungan positif dengan obesitas umum karena dapat menghasilkan asupan dengan energi tinggi yang disimpan sebagai lemak dalam tubuh.³¹

- Aktivitas fisik

Pencegahan peningkatan berat badan secara signifikan berkontribusi untuk menurunkan berat badan dalam jangka waktu yang panjang dan mengurangi risiko kesehatan yang berhubungan dengan penyakit kronis. Pencegahannya dapat dilakukan dengan peningkatan aktivitas fisik. Aktivitas fisik secara nyata dapat mengubah efek dari faktor genetik seseorang. Peningkatan aktivitas fisik lebih berhubungan dengan lingkar perut dan IMT.²⁹ Latihan tingkat berat dapat menghindarkan penumpukan lemak yang bertambah seiring dengan umur.²⁷

- Usia

Usia adalah salah satu faktor risiko yang tidak dapat diubah terhadap kejadian obesitas oleh karena penumpukan lemak. Semakin bertambahnya usia, tingkat kejadian obesitas mengalami peningkatan. Usia yang terus bertambah akan meningkatkan kandungan lemak tubuh, terutama distribusi lemak pusat.²¹ Prevalensi obesitas terjadi peningkatan terus menerus hingga usia 44 tahun dan menurun usia 45-54 tahun.¹⁹

Penurunan massa otot dan perubahan beberapa jenis hormon yang memicu penumpukan lemak pada bagian perut terjadi pada lansia. Penelitian menunjukkan bahwa, usia 40-59 tahun seseorang cenderung obesitas dibandingkan dengan umur yang lebih muda. Keadaan ini dicurigai oleh karena lambatnya proses metabolisme, berkurangnya aktivitas fisik, dan frekuensi pangan yang lebih sering.²⁰

- Genetik

Hasil penelitian yang diperoleh hingga saat ini menunjukkan bahwa sejumlah besar gen, lokus, dan kromosom yang didistribusikan menuju kromosom lain berperan dalam menentukan distribusi lemak tubuh pada manusia. Semua kromosom kecuali kromosom Y berpotensi terlibat dalam etiologi obesitas. Sejumlah gen yang terlibat dalam akumulasi dan distribusi jaringan adiposa di daerah perut telah diidentifikasi. Mutasi gen reseptor adrenergik- β_3 (β_3 AR) terkait dengan obesitas visceral dan resistensi insulin yang terjadi pada beberapa etnis di Finlandia dan di Jepang. Begitu juga dengan *apo-B-100 gene EcoR-I polymorphism* ditemukan pada keadaan resistensi insulin dan obesitas.³³

- Jenis kelamin.

Angka kejadian obesitas umum dan obesitas sentral lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki.¹⁹⁻²² Tingginya prevalensi obesitas terjadi pada perempuan dibandingkan laki-laki karena adanya perbedaan tingkat aktivitas fisik dan asupan energi pada laki-laki dan perempuan.²³ Lemak visceral pada perut lebih tinggi pada perempuan yang tua daripada laki-laki muda. Jaringan adiposa akan meningkat dengan bertambahnya umur, terutama pada perempuan setelah

menopause. Perempuan *post menopause* memiliki presentasi lemak perut, kolesterol total, dan trigliserida yang tinggi. Perempuan mengontrol kelebihan energi sebagai lemak simpanan, sedangkan laki-laki menggunakan kelebihan energinya untuk mensintesis protein.²⁴⁻²⁵⁻²⁶

- Merokok

Konsentrasi kortisol mempengaruhi tingkat lemak. Perokok aktif memiliki konsentrasi kortisol plasma lebih tinggi daripada yang tidak merokok. Tingginya konsentrasi kortisol adalah akibat aktivitas *sympathetic nervous system* yang diinduksi oleh rokok. Peningkatan kortisol didalam tubuh menyebabkan meningkatnya insulin, leptin yang berpengaruh ke sistem *reward* di otak.²⁸

Lebih dari 4.000 bahan kimia yang berbeda yang hadir dalam asap rokok. Banyak dari mereka adalah karsinogenik, atau mampu menyebabkan perubahan dalam bahan genetik dari sel-sel yang dapat menyebabkan kanker. Asap rokok mengandung nikotin, bahan kimia adiktif, dan ter karsinogenik. Selain itu, merokok menghasilkan karbon monoksida, yang memiliki efek mengurangi jumlah oksigen dalam darah. Ketika asap rokok yang dihirup, zat kimia yang terkandung di dalamnya dengan cepat diserap oleh paru-paru dan dilepaskan ke dalam aliran darah. Dari darah, bahan kimia ini masuk ke dalam otak, jantung, ginjal, hati, paru-paru, saluran pencernaan, otot, dan jaringan lemak. Nikotin dalam asap rokok menyebabkan pelepasan dopamin dalam otak yang menyebabkan seseorang menjadi kecanduan rokok.⁵⁰ Kadar racun pada rokok

juga dapat menyebabkan peningkatan kolesterol LDL yang dapat menyebabkan atherosklerosis.⁵¹

- Alkohol

Hubungan tinggi asupan minuman beralkohol dengan IMT tidak konsisten. Tingginya asupan minuman beralkohol menyebabkan penurunan konsentrasi testosteron pada laki-laki dan rendahnya sekresi lipid hormon steroid yang menyebabkan akumulasi lemak³⁰

Alkohol dapat menyebabkan penambahan berat badan dari kalori yang ada dan akan menyebabkan pula peningkatan kalori yang dimakan yang menyebabkan peningkatan berat badan. Pada minuman beralkohol memiliki jumlah kalori yang lebih tinggi dari makanan berlemak. Penelitian lain juga menunjukkan peningkatan 20% kalori yang dikonsumsi saat makan ketika alkohol dikonsumsi sebelum makan, maka terdapat peningkatan kalori dengan 33% ketika kalori dari alkohol ditambahkan. Sebuah studi lebih dari 3.000 orang menunjukkan bahwa mengkonsumsi sejumlah peningkatan alkohol dikaitkan dengan obesitas perut pada pria. Penelitian dalam jangka pendek, alkohol merangsang asupan makanan dan juga dapat merangsang nafsu makan dan meningkatkan rasa lapar.⁵²

Tidak seperti macronutrients seperti karbohidrat, protein dan lemak, pasokan alkohol apa ahli gizi sering menyebut kalori kosong yaitu kalori tanpa nutrisi. Untuk membuat masalah lebih buruk, itu adalah bahan bakar pertama yang digunakan bila dikombinasikan dengan karbohidrat, lemak dan protein, yang menunda proses pembakaran lemak dan memberikan kontribusi untuk

penyimpanan lemak yang lebih besar. Hal ini juga harus diingat bahwa kalori dalam alkohol kekurangan nutrisi bermanfaat bagi metabolisme yang sehat dan karena itu akan mempercepat penyimpanan lemak. Bahkan alkohol memiliki kalori yang hampir sama dengan kalori pada lemak.⁵³

- Hormon

Distribusi lemak berbeda antara pria dan wanita. Jika dibandingkan dengan pria, maka wanita *premenopause* memiliki lebih banyak lemak subcutan, dan lemak tubuhnya cenderung diakumulasi di payudara, pinggul dan paha atas, sedangkan pada pria lemak secara dominasi berakumulasi di depot subkutan abdomen dan viseral.³⁴

Distribusi lemak tubuh merupakan salah satu karakteristik seks sekunder. Hormon seks merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan deposisi lemak regional. Bukti-bukti menunjukkan hormon seks wanita berhubungan dengan akumulasi lemak subkutan di regio bawah tubuh. Penyimpanan lemak khas wanita ini penting dalam fungsi reproduksi. Obesitas abdominal pada pria ditemukan berhubungan dengan rendahnya kadar testosteron pada pria dan terapi hormon testosteron menghasilkan pengurangan lemak abdominal. Distribusi lemak regional pada manusia secara jelas diatur oleh hormon, walaupun faktor-faktor lain ikut berperan penting. Tidak hanya hormon steroid seks saja yang berperan, namun kortikosteroid dari kelenjar adrenal juga memainkan peran yang besar. Hormon peptida seperti insulin dan *growth hormone* (GH) merupakan faktor penting dalam distribusi jaringan adiposa.³³

- Stress

Keadaan stress berhubungan dengan lemak pada perempuan *pre menopause* yang mengalami kegemukan. Penelitian lain juga menemukan bahwa reaktivitas stres mengawali penyakit kardiovaskuler sebelum remaja oleh peningkatan total dan obesitas pada anak. Anak dengan peningkatan reaktivitas *heart rate* pada waktu stres memiliki peningkatan lemak tubuh, IMT, dan lemak perut.³² Studi lain menunjukkan bahwa stres kronis dikaitkan dengan *hypercortisolemia* ringan dan aktivasi *sympathetic nervous system* yang berkepanjangan sehingga selanjutnya dapat mengakibatkan penumpukan lemak viseral.⁴⁰

2.3. Diagnosis

- CT scan

Computerized tomography (CT) merupakan suatu alat diagnosis yang akurat dan tepat untuk mengukur komposisi jaringan lemak tubuh seperti lemak dan otot. Diketahui pula bahwa CT memiliki kemampuan untuk membedakan antara lemak viseral dengan lemak subkutan yang terdapat didalam tubuh.²⁴⁻³⁶ Kelemahan utama CT adalah berbiaya mahal dan memakan waktu lama. Penggunaan CT memerlukan dosis radiasi yang relatif tinggi sehingga membahayakan bagi kesehatan pengguna dari alat ini.³⁷⁻³⁸

- MRI

Magnetic resonance imaging (MRI) merupakan salah satu cara pemeriksaan diagnosis yang menghasilkan gambaran potongan tubuh manusia dengan menggunakan medan magnet. MRI memiliki perbandingan kualitas yang baik dengan CT dalam pengukuran lemak. MRI dan CT memiliki akurasi yang sama saat dibandingkan dengan analisis kimia. Kelemahan MRI adalah menghasilkan suara bising, berbiaya mahal dan memakan waktu dalam penggunaannya.³⁷⁻³⁸

- Pemeriksaan Tanita metode BIA

Bioelectrical Impedence Analysis (BIA) adalah metode yang kini umum digunakan untuk memperkirakan komposisi tubuh. Perangkat ini muncul pertama kali di pertengahan tahun 1980. Metode ini memiliki kelebihan pada cara penggunaan yang mudah, alat mudah dipindah tempatkan dan biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan beberapa metode lain dari analisis komposisi tubuh. BIA menggunakan metode impedensi listrik (sinyal listrik rendah dan aman 50kHz, 500 Micro Amp) atau oposisi aliran terhadap aliran listrik melalui jaringan tubuh kemudian digunakan untuk menghitung perkiraan total air tubuh.⁶

Proses ini secara luas dianggap sebagai standar emas dalam komposisi tubuh. Tanita FDA menyediakan kemudahan penggunaan, namun secara klinis akurat solusi, dan membuat penilaian komposisi tubuh diakses baik di lingkungan profesional dan medis serta di rumah. Analisa Tanita digunakan memantau berat badan, persentase lemak tubuh, massa otot.

Penelitian menunjukkan BIA memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang baik untuk memprediksi lemak. Penggunaan alat ini relatif lebih mudah, biaya terjangkau dan tidak memakan waktu. Pada pengguna relatif aman karena tidak ada radiasi.³⁹

2.4. Hubungan lemak total tubuh dengan timbulnya penyakit

2.4.1. Kadar lemak total tubuh menyebabkan Obesitas

Obesitas merupakan kelainan kompleks pengaturan nafsu makan dan metabolisme energi yang dikendalikan oleh beberapa faktor biologik spesifik. Faktor genetik diketahui sangat berpengaruh bagi perkembangan penyakit ini. Secara fisiologis, obesitas didefinisikan sebagai suatu keadaan dengan akumulasi lemak yang tidak normal atau berlebihan di jaringan adiposa sehingga mengganggu kesehatan.

Keadaan obesitas ini meningkatkan risiko penyakit kardiovaskuler karena keterkaitannya dengan sindroma metabolik yang terdiri dari hiperinsulinemia, diabetes melitus, dislipidemia, hiperurisemia, gangguan fibrinolisis, hiperfibrinogenemia dan hipertensi.⁸

2.4.2 Kadar lemak total tubuh Menyebabkan Diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya. Hiperglikemia kronik pada diabetes berhubungan dengan

kerusakan jangka panjang, disfungsi beberapa organ tubuh. Faktor resiko diabetes melitus yaitu usia, lebih banyak dan lebih lamanya obesitas, distribusi lemak tubuh, kurangnya aktifitas jasmani dan hiperinsulinemia. Semua faktor ini berinteraksi dengan beberapa faktor genetik yang berhubungan dengan terjadinya diabetes melitus tipe 2.⁷⁻⁸

2.4.3. Kadar lemak total tubuh Menyebabkan Hipertensi

Hipertensi yang tidak diketahui penyebabnya didefinisikan sebagai hipertensi esensial atau hipertensi primer. Menurut *The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC 7)* klasifikasi tekanan darah pada orang dewasa terbagi menjadi kelompok normal, prahipertensi, hipertensi derajat 1, dan derajat 2.

Hipertensi esensial adalah penyakit multifaktorial yang timbul terutama karena interaksi antara faktor faktor risiko tertentu. Faktor risiko yang mendorong timbulnya kenaikan tekanan darah adalah: 1. Faktor risiko, seperti diet dan asupan garam, stres, ras, obesitas, merokok, genetik. 2. Sistem saraf simpatis: tonus simpatis dan variasi diurnal. 3. Keseimbangan antara modulator vasodilatasi dan vasokonstriksi: endotel pembuluh darah berperan utama, tetapi remodeling dari endotel, otot polos dan interstitium juga memberikan kontribusi akhir. 4. Pengaruh sistem setempat yang berperan pada sistem renin angiotensin dan aldosteron.⁷⁻⁸

2.4.4. Kadar lemak total tubuh Menyebabkan Dislipidemia

Klasifikasi dislipidemia dapat berdasarkan atas primer yang tidak jelas sebabnya dan sekunder yang mempunyai penyakit dasar seperti sindroma nefrotik, diabetes mellitus, hipotiroidisme. Selain itu dislipidemi dapat juga dibagi berdasarkan profil lipid yang menonjol, seperti hiperkolesterolemi, hipertrigliseridemi, *isolated low HDL-cholesterol*, dan dislipidemia campuran. Bentuk terakhir ini paling banyak ditemukan. Lipid normal sebenarnya sulit dipatok pada suatu angka, oleh karena normal seseorang belum tentu normal untuk orang lain yang disertai faktor risiko jantung koroner multipel.⁷⁻⁸