

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Obesitas

1. Pengertian Obesitas

Obesitas merupakan penumpukan lemak yang berlebihan akibat ketidakseimbangan asupan energi (*energy intake*) dengan energi yang digunakan (*energy expenditure*) dalam waktu lama. Ketidakseimbangan ini menyebabkan kelebihan energi yang selanjutnya disimpan dalam bentuk jaringan lemak. Kelebihan energi tersebut dapat disebabkan oleh asupan energi yang tinggi atau keluaran energi yang rendah. Asupan energi tinggi disebabkan oleh konsumsi makanan yang berlebihan, sedangkan keluaran energi rendah disebabkan oleh rendahnya metabolisme tubuh, aktivitas fisik, dan efek termogenesis makanan yang ditentukan oleh komposisi makanan. Beberapa mekanisme fisiologis berperan penting dalam tubuh individu untuk menjaga keseimbangan antara asupan energi dengan keseluruhan energi yang digunakan dan untuk menjaga berat badan stabil.

Obesitas dapat terjadi pada berbagai kelompok usia orang dewasa, remaja, dan anak-anak. Penderita obesitas pada usia muda memiliki risiko lebih tinggi menderita obesitas pada usia dewasa dibandingkan dengan orang yang memiliki berat badan normal. Obesitas merupakan suatu epidemik global sehingga menjadi masalah kesehatan yang harus segera ditangani. Secara klinis obesitas dengan mudah dapat dikenali karena mempunyai tanda dan gejala yang khas seperti wajah yang membulat, pipi yang tembem, dagu rangkap, leher relatif pendek, dada membuncit disertai dinding perut yang berlipat-lipat. Pada anak laki-laki dijumpai penis tampak kecil karena tersembunyi dalam jaringan suprapubrik (*buried penis*).

2. Etiologi dan Patofisiologi Obesitas

Obesitas merupakan suatu kondisi yang dapat disebabkan oleh berbagai factor seperti genetik, metabolisme, perilaku, budaya, dan lingkungan. Konsumsi makanan tinggi kalori, pengeluaran energi yang kurang atau kombinasi keduanya menyebabkan keseimbangan energi positif yang ditandai dengan peningkatan rata-rata berat badan pada populasi serta progresivitas jumlah kasus obesitas pada anak dan remaja.

Leptin merupakan hormone yang bekerja memberikan umpan balik negatif dalam mengatur keseimbangan energi. Sirkulasi leptin melewati darah dan otak berinteraksi dengan reseptor pada neuron mempengaruhi keseimbangan energi dan memberikan efek untuk mengurangi adiposit dengan mengurangi nafsu makan dan peningkatan thermogenesis. Perubahan adiposit pada tubuh menyebabkan perubahan kadar leptin pada sirkulasi sehingga otak akan memberikan respon dengan pengaturan asupan dan pengeluaran energi serta mempertahankan lemak tubuh.

3. Pengukuran Obesitas

Tingkat obesitas dapat diketahui dengan menghitung indeks massa tubuh (IMT). Indeks massa tubuh (IMT) dan penukaran berat badan terhadap tinggi badan merupakan metode yang berguna untuk menilai lemak tubuh dan diukur dengan cara melakukan pengukuran berat badan (dinyatakan dalam kilogram) dibagi dengan kuadrat dari tinggi badan (dinyatakan dalam meter).

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

Gambar 2.1 Rumus Indeks Massa Tubuh (IMT)

Dari perhitungan Indeks Massa Tubuh di atas dapat ditentukan klasifikasi status gizi sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Status Gizi Menurut Indeks Massa Tubuh (IMT)

Kategori	IMT
Berat badan Kurang	<18,5
Berat Badan Normal	18,5 - 24,9
Berat Badan Lebih	>25
Pra-Obes	25,0-29,9
Obes Tingkat I	30,0-34,9
Obes Tingkat II	35,0-39,9
Obes Tingkat III	≥40

Sumber: WHO Technical Series (2000) dalam Fatmawati (2010).

4. Tipe Obesitas

Ada tiga tipe kegemukan berdasarkan distribusinya dalam tubuh yaitu : (Misnandiarly, 2007)

1. *Type Gynoid* (buah pear) yaitu lemak yang tersimpan disekitar pinggul dan pada umumnya terjadi setelah usia 30 tahun dan bila dibiarkan maka pada usia 45-60 tahun sering menjadi usia kritis. Pada usia-usia ini penyakit-penyakit seperti jantung koroner, diabetes mellitus dan penyakit lainnya mulai menggerogoti tubuh.
2. *Tipe android* (buah apel) yaitu lemak yang tersimpan disekitar perut, pundak dan leher dan biasanya terdapat pada pria dan wanita menopause. Risiko kesehatan pada tipe ini lebih tinggi dibandingkan dengan type gynoid karena sel-sel lemak berada disekitar perut dimana lemak tersebut lebih berpotensi untuk melepaskan lemaknya kedalam pembuluh darah dibanding sel-sel lemak ditempat lain, lemak yang masuk ke pembuluh darah dapat menyebabkan penyempitan arteri dan hipertensi.
3. *Type Ovid* (kotak buah) yaitu ukuran yang besar dan timbunan lemak yang banyak pada daerah bagian seluruh badan, tipe ovid umumnya terdapat pada orang-orang yang gemuk secara genetik.

5. Prevalensi Obesitas

Di Indonesia berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesda), menunjukkan peningkatan prevalensi obesitas pada penduduk berusia > 18 tahun dari 11,7% (2010) menjadi 15,4% (2013). Riskesdas tahun 2013 juga menunjukkan disparitas prevalensi obesitas dari nilai prevalensi nasional pada beberapa provinsi di Indonesia. Menurut hasil Pemantauan Status Gizi tahun 2017, presentase status gizi gemuk pada remaja putri umur 12-18 tahun Jawa Timur mencapai 21,2% dari prevantasi nasional sebesar 15,1%. Presentase status gizi obesitas remaja putri umur 12-18 Jawa Timur menurut Pemantauan Status Gizi tahun 2017 sebesar 7,7% dari prevalensi nasional sebesar 4,3%. Dari data tersebut provinsi Jawa Timur masih berada jauh di atas prevalensi nasional. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Blitar pada tahun 2014, penduduk yang berusia lebih dari sama dengan 15 tahun sebanyak 82 jiwa atau sebesar 27,70% mengalami obesitas.

6. Pengaruh Obesitas pada Remaja

Obesitas pada remaja dapat meningkatkan risiko kardiovaskular. Peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan faktor risiko terjadinya peningkatan tekanan darah, sindroma metabolic, abnormalitas ketebalan dinding pembuluh darah, disfungsi endotel, dan hipertrofi ventrikel kiri. Overweight dan obesitas berhubungan dengan perubahan struktur jantung seperti peningkatan diameter atrium, dimensi dan massa ventrikel kiri serta peningkatan tekanan darah dibandingkan remaja dengan berat badan normal.

Tabel 2.2 Berbagai Risiko Kardiovaskular pada Remaja Obesitas

Faktor Kardiovaskular atau Metabolik	Risiko atau Akibat
Tekanan Darah	Peningkatan tekanan darah
Arteri Sistemik	Disfungsi endotel
	Peningkatan kekakuan arteri karotis
	Peningkatan ketebalan intima-media pada arteri karotis
Struktur atau Geometri Ventrikel Kiri	Peningkatan massa ventrikel kir atau hipertrofi ventrikel kiri
	Peningkatan diameter ventrikel kiri
Sindroma Metabolik	Pengelompokkan faktor risiko kardiovaskular (peningkatan tekanan darah, resistensi insulin, dislipidemia)

Obesitas merupakan faktor penyebab terjadinya perubahan preklinis pada jantung:

1. *Volume overload* menyebabkan peningkatan curah jantung dan hipertensi.
2. Sistem aktivitas simpatetik renin-angiotensin-aldosterone menyebabkan hipertensi.
3. Hiperinsulinemia atau resistensi insulin, meningkatkan *advance glycation end-products* (AGE) dan *insulin-like growth factor-1* (IGF-1) serta sebagai perantara pengambilan asam lemak yang dapat menyebabkan kerusakan sel *lipotoxic*.
4. Jaringan lemak visceral mempengaruhi strss oksidatif dan berhubungan dengan penurunan kadar leptin atau resistensi leptin dan penurunan kadar *adiponectin*.

5. Perubahan selular dipengaruhi oleh faktor neurohumoral, metabolic, stress oksidatif dan adipokin yang menyebabkan fibrosis dan apoptosis ekstraselular.

a. Peningkatan Tekanan Darah

terjadinya hipertensi pada obesitas berhubungan dengan resistensi insulin, retensi natrium, peningkatan aktivitas system saraf simpatetik, aktivasi system renin-angiotensin-aldosteron dan perubahan fungsi vascular. Peningkatan aktivitas system saraf simpatetik pada obesitas terutama terjadi pada aktivitas simpatetik pada ginjal dan otot skeletal. Peningkatan aktivasi system saraf simpatetik yang berlebihan pada obesitas dipengaruhi oleh hiperinsulinemia (resistensi insulin), peningkatan leptin, *adiponectin* atau adipokin lainnya dan aktivitas berlebih dari system renin-angiotensin.

Sebuah penelitian yang dilakukan pada anak usia 7 sampai 18 tahun menunjukkan bahwa tekanan darah berhubungan dengan ukuran tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa obesitas merupakan factor penting yang mempengaruhi tekanan darah pada anak.

b. Disfungsi Endotel

Obesitas pada anak menyebabkan disfungsi endotel. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara lemak tubuh dan dislipidemia, resistensi insulin, dan inflamasi yang menyebabkan disfungsi endotel.

Disfungsi endotel merupakan proses awal dari perkembangan aterosklerosis. Hal ini diyakini adanya penurunan bioavailabilitas oksida nitrat (*Nitric Oxide / NO*) yang merupakan vasodilator dan juga menghambat monosit adhesi, agregasi trombosit dan proliferasi otot polos. Beberapa pendapat menyatakan adanya keterlibatan gangguan pelepasan lipolysis adiposit dan peningkatan asam lemak bebas. Disfungsi endotel

berhubungan dengan hasil sekresi adiposit. Adiposit dapat mensekresi berbagai hormone peptide dan sitokin yang dapat merubah fungsi vascular.

Ketidakeimbangan energy yang berlangsung lama dari asupan kalori berlebih menyebabkan peningkatan simpanan kelebihan enrgi dalam bentuk adiposity intraselular sehingga terjadi hipertrofi dan hyperplasia adiposit. Hal ini menyebabkan terjadinya disfungsi sel dengan terjadinya abnormalitas adipokin, peningkatan sirkulasi asam lemak bebas dan inflamasi serta berakibat mempengaruhi otot skelet, otot jantung dan disfungsi endotel. Terpaparnya sel β akibat diet karbohidrat berlebih menyebabkan steatohepatitis dan resisten insulin.

c. Aterosklerosis Dini

Aterosklerosis merupakan suatu proses penyakit degenerative pada semua manusia yang dimulai sejak masa anak namun perjalanan hingga timbul manifestasi klinis terjadi dalam rentang beberapa tahun. Manifestasi awal dari aterosklerosis berupa *fatty streak* yang berupa akumulasi lipid dan makrofag pada tunika intima arteri. Akumulasi lipid yang terjadi terus menerus menyebabkan proliferasi makrofag dan otot polos serta perkembangan plak *fibrous*. Plak akan berkembang dalam beberapa tahun dan menyebabkan nekrosis, perdarahan atau terjadi *rupture* plak. Perkembangan plak menyebabkan penyempitan lumen yang progresif dan mengakibatkan terjadinya oklusi pada pembuluh darah distal akibat embolisasi plak.

7. Faktor Penyebab Obesitas

a. Genetik

Kegemukan dapat diturunkan dari generasi sebelumnya pada generasi berikutnya di dalam sebuah keluarga. Dalam hal ini nampaknya factor genetic telah ikut campur dalam menentukan jumlah unsur sel lemak dalam tubuh. Hal ini dimungkinkan karena

pada saat ibu yang obesitas sedang hamil maka unsur sel lemak yang berjumlah besar dan melebihi ukuran normal, secara otomatis akan diturunkan kepada sang bayi selama dalam kandungan. Maka tidak heranlah bila bayi yang lahirpun memiliki unsur lemak tubuh yang relatif sama besar.

Seorang anak mempunyai 40% kemungkinan mengalami kegemukan, bila salah satu orangtuanya obesitas. Bila kedua orangtuanya kelebihan berat badan, maka kemungkinan seorang anak mengalami obesitas pun naik hingga 80%.

b. Kerusakan pada salah satu bagian otak

Sistem pengontrol yang mengatur perilaku makan terletak pada suatu bagian otak yang disebut hipotalamus, sebuah kumpulan inti sel dalam otak yang langsung berhubungan dengan bagian-bagian lain dari otak dan kelenjar dibawah otak. Hipotalamus mengandung lebih banyak pembuluh darah dari daerah lain pada otak, sehingga lebih mudah dipengaruhi oleh unsur kimiawi dari darah. Dua bagian hipotalamus yang mempengaruhi penyerapan makan yaitu hipotalamus lateral (HL) yang menggerakkan nafsu makan (awal atau pusat makan), hipotalamus ventromedial (HVM) yang bertugas merintangi nafsu makan (pemberhentian atau pusat kenyang). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa bila HL rusak atau hancur maka individu menolak untuk makan atau minum, dan akan mati kecuali bila dipaksa diberi makan dan minum (diberi infus). Sedangkan bila kerusakan terjadi pada bagian HVM maka seseorang akan menjadi rakus dan kegemukan.

c. Pola makan berlebihan

Orang yang kegemukan lebih responsif dibanding dengan orang yang berberat badan normal terhadap isyarat lapar eksternal, seperti rasa dan bau makanan, atau saatnya waktu makan. Orang yang gemuk cenderung makan bila ia merasa ingin

makan, bukan makan pada saat ia lapar. Pola makan yang berlebih inilah yang menyebabkan mereka sulit untuk keluar dari kegemukan jika sang individu tidak memiliki kontrol diri dan motivasi yang kuat untuk mengurangi berat badan.

d. Kurang gerak atau olahraga

Tingkat pengeluaran energi tubuh sangat peka terhadap pengendalian berat badan. Pengeluaran energi tergantung dari dua faktor : 1) Tingkat aktivitas dan olahraga secara umum, 2) Angka metabolisme basal atau tingkat energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi minimal tubuh. Dari kedua faktor tersebut metabolisme basal memiliki tanggung jawab dua pertiga dari pengeluaran energi orang normal.

Meski aktivitas fisik hanya mempengaruhi satu pertiga pengeluaran energi seseorang dengan berat normal, tetapi bagi orang yang memiliki kelebihan berat badan aktivitas fisik memiliki peran yang sangat penting. Pada saat berolahraga kalori terbakar, makin banyak berolahraga maka semakin banyak kalori yang hilang. Kalori secara tidak langsung mempengaruhi sistem metabolisme basal. Orang yang duduk berkerja seharian akan mengalami penurunan metabolisme basal tubuhnya. Kekurangan aktivitas gerak akan menyebabkan suatu siklus yang hebat, obesitas membuat kegiatan olahraga menjadi sangat sulit dan kurang dapat dinikmati dan kurangnya olahraga secara tidak langsung akan mempengaruhi turunnya metabolisme basal tubuh orang tersebut. Jadi olahraga sangat penting dalam penurunan berat badan tidak saja karena dapat membakar kalori, melainkan juga karena dapat membantu mengatur berfungsinya metabolis normal.

e. Pengaruh emosional

Sebuah pandangan populer adalah bahwa obesitas bermula dari masalah emosional yang tidak teratasi. Orang yang

gemuk haus akan cinta kasih, seperti anak-anak makanan dianggap sebagai simbol kasih sayang ibu, atau kelebihan makan adalah sebagai substitusi untuk pengganti kepuasan lain yang tidak tercapai dalam kehidupannya. Walaupun penjelasan demikian cocok pada beberapa kasus, namun sebagian orang yang kelebihan berat badan tidaklah lebih terganggu secara psikologis dibandingkan dengan orang yang memiliki berat badan normal. Meski banyak pendapat yang mengatakan bahwa orang gemuk biasanya tidak bahagia, namun sebenarnya ketidakbahagiaan batinnya lebih diakibatkan sebagai hasil dari kegemukannya. Hal tersebut karena dalam suatu masyarakat seringkali tubuh kurus disamakan dengan kecantikan, sehingga orang gemuk cenderung malu dengan penampilannya dan kesulitannya mengendalikan diri terutama dalam hal yang berhubungan dengan perilaku makan.

Orang gemuk seringkali mengatakan bahwa mereka cenderung makan lebih banyak apabila mereka tegang atau cemas, dan eksperimen membuktikan kebenarannya. Orang gemuk makan lebih banyak dalam suatu situasi yang sangat mencekam, orang dengan berat badan yang normal makan dalam situasi yang kurang mencekam (McKenna, 1999). Dalam suatu studi yang dilakukan White (1977) pada kelompok orang dengan berat badan berlebih dan kelompok orang dengan berat badan kurang, dengan menyajikan kripik (makanan ringan) setelah mereka menyaksikan empat jenis film yang mengundang emosi yang berbeda, yaitu film yang tegang, ceria, merangsang gairah seksual dan sebuah ceramah yang membosankan. Pada orang gemuk didapatkan bahwa mereka lebih banyak menghabiskan kripik setelah menyaksikan film yang membosankan. Sedangkan pada orang dengan berat badan kurang selera makan kripik tetap sama setelah menonton film yang tegang maupun film yang membosankan

f. Lingkungan

Faktor lingkungan ternyata juga mempengaruhi seseorang untuk menjadi gemuk. Jika seseorang dibesarkan dalam lingkungan yang menganggap gemuk adalah simbol kemakmuran dan keindahan maka orang tersebut akan cenderung untuk menjadi gemuk. Selama pandangan tersebut tidak dipengaruhi oleh factor eksternal maka orang yang obesitas tidak akan mengalami masalah-masalah psikologis sehubungan dengan kegemukan.

B. Diabetes Melitus Tipe 2

1. Definisi

Diabetes melitus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya.

2. Epidemiologi

Diabetes melitus tipe 2 meliputi lebih dari 90% dari semua populasi diabetes. Prevalensi DMT2 pada bangsa kulit putih berkisar 3-6% pada populasi dewasa. Internasional Diabetes Federation (IDF) pada tahun 2011 mengumumkan 336 juta orang di seluruh dunia mengidap DMT2 dan penyakit ini terkait dengan 4,6 juta kematian tiap tahunnya, atau satu kematian setiap tujuh detik. Penyakit ini mengenai 12% populasi dewasa di Amerika Serikat dan lebih dari 25% pada penduduk usia lebih dari 65 tahun.

World Health Organization (WHO) memprediksi kenaikan jumlah penyandang DM di Indonesia 8,4 juta pada tahun 2000 menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030. International Diabetes Federation (IDF) memprediksi adanya kenaikan jumlah penyandang DM di Indonesia dari 9,1 juta pada tahun 2014 menjadi 14,1 juta pada tahun 2035.

Berdasarkan data dari IDF 2014, Indonesia menempati peringkat ke-5 di dunia atau naik dua peringkat dibandingkan dengan tahun

2013 dengan 7,6 juta orang penyandang DM. penelitian epidemiologi yang dilakukan hingga tahun 2005 menyatakan bahwa prevalensi diabetes melitus di Jakarta pada tahun 1982 sebesar 1,6% tahun 1992 sebesar 5,7% dan tahun 2005 sebesar 12,8%. Pada tahun 2005 di Padang didapatkan prevalensi DMT2 sebesar 5,12%.

Meningkatnya prevalensi diabetes melitus di beberapa negara berkembang akibat peningkatan angka kemakmuran di Negara yang bersangkutan akhir-akhir ini banyak disoroti. Peningkatan pendapatan perkapita dan perubahan gaya hidup terutama di kota-kota besar menyebabkan meningkatnya angka kejadian penyakit degeneratif, salah satunya adalah penyakit diabetes melitus. Diabetes melitus merupakan salah satu masalah kesehatan yang berdampak pada produktivitas dan dapat menurunkan sumber daya manusia.

3. Patogenesis

Resistensi insulin pada otot dan liver serta kegagalan sel beta pankreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari DM tipe-2. Belakangan diketahui bahwa kegagalan sel beta terjadi lebih dini dan lebih berat daripada yang diperkirakan sebelumnya. Selain otot, liver dan sel beta, organ lain seperti jaringan lemak (meningkatnya lipolisis), gastrointestinal (defisiensi incretin), sel alpha pancreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), dan otak (resistensi insulin), kesemuanya ikut berperan dalam menimbulkan terjadinya gangguan toleransi glukosa pada DM tipe-2. Delapan organ penting dalam gangguan toleransi glukosa ini (*ominous octet*) penting dipahami karena dasar patofisiologi ini memberikan konsep tentang :

- a. Pengobatan harus ditujukan guna memperbaiki gangguan, bukan hanya untuk menurunkan HbA1c saja.
- b. Pengobatan kombinasi yang diperlukan harus didasari atas kinerja obat pada gangguan multipel dari patofisiologi DM tipe 2.

- c. Pengobatan harus dimulai sedini mungkin untuk mencegah atau memperlambat progresivitas kegagalan sel beta yang sudah terjadi pada penyandang gangguan toleransi glukosa.

DeFronzo pada tahun 2009 menyampaikan, bahwa tidak hanya otot, liver dan sel beta pankreas saja yang berperan sentral dalam pathogenesis penderita DM tipe-2 tetapi terdapat organ lain yang berperan yang disebutkan sebagai *the ominous octet*. Secara garis besar pathogenesis DM tipe-2 disebabkan oleh delapan hal (*ominous octet*) berikut :

- a. Kegagalan sel beta pankreas:

Pada saat diagnosis DM tipe-2 ditegakkan, fungsi sel beta sudah sangat berkurang. Obat anti diabetik yang bekerja melalui jalur ini adalah sulfonylurea, meglitinid, GLP-1 agonis dan DPP-4 inhibitor.

- b. Liver

Pada penderita DM tipe-2 terjadi resistensi insulin yang berat dan memicu gluconeogenesis sehingga produksi glukosa dalam keadaan basal oleh liver (HGP= *hepatic glucose production*) meningkat. Obat yang bekerja melalui jalur ini adalah metformin, yang menekan proses gluconeogenesis.

- c. Otot

Pada penderita DM tipe-2 didapatkan gangguan kinerja insulin yang multiple di intramioselular, akibat gangguan fosforilasi tirosin sehingga timbul gangguan transport glukosa dalam sel otot, penurunan sintesis glikogen, dan penurunan oksidasi glukosa. Obat yang bekerja di jalur ini adalah metformin, dan tiazolidindion.

- d. Sel lemak

Sel lemak yang resisten terhadap efek antilipolisis dari insulin, menyebabkan peningkatan proses lipolysis dan kadar

asam lemak bebas (FFA= *Free Fatty Acid*) dalam plasma. Peningkatan FFA akan merangsang proses gluconeogenesis, dan mencetuskan resistensi insulin di liver dan otot. FFA juga akan mengganggu sekresi insulin. Gangguan yang disebabkan oleh FFA ini disebut sebagai lipototoxicity. Obat yang bekerja di jalur ini adalah tiazolidindion.

e. Usus

Glukosa yang ditelan memicu respon insulin jauh lebih besar disbanding kalau diberikan secara intravena. Efek yang dikenal sebagai efek incretin diperankan oleh 2 hormon GLP-1 (glucagon-like polypeptide-1) dan GIP (glucose-dependent insulinotrophic polypeptide atau disebut juga gastric inhibitory polypeptide). Pada penderita DM tipe-2 didapatkan defisiensi GLP-1 dan resisten terhadap GIP. Disamping hal tersebut incretin segera dipecah oleh keberadaan enzim DPP-4, sehingga hanya bekerja dalam beberapa menit. Obat yang bekerja menghambat kinerja DPP-4 adalah kelompok DPP-4 inhibitor.

Saluran pencernaan juga mempunyai peran dalam penyerapan karbohidrat melalui kinerja enzim alfa-glukosidase yang memecah polisakarida menjadi monosakarida yang kemudian diserap oleh usus dan berakibat meningkatkan glukosa darah setelah makan. Obat yang bekerja untuk menghambat kinerja enzim alfa-glukosidase adalah akarbose.

f. Sel alpha pankreas

Sel- α pankreas merupakan organ ke-6 yang berperan dalam hiperglikemia dan sudah diketahui sejak 1970. Sel- α berfungsi dalam sintesis glucagon yang dalam keadaan puasa kadarnya di dalam plasma akan meningkat. Peningkatan ini menyebabkan HGP dalam keadaan basal meningkat secara signifikan disbanding individu yang normal. Obat yang

menghambat sekresi glucagon atau menghambat reseptor glukagon meliputi GLP-1 agonis, DPP-4 inhibitor dan amylin.

g. Ginjal

Ginjal merupakan organ yang diketahui berperan dalam patogenesis DM tipe-2. Ginjal memfiltrasi sekitar 163 gram glukosa sehari. Sembilan puluh persen dari glukosa terfiltrasi ini akan diserap kembali melalui peran SGLT-2 (Sodium Glucose co-Transporter) pada bagian convulated tubulus proksimal. Sedangkan 10% sisanya akan diabsorbs melalui peran SGLT-1 pada tubulus desenden dan adenden, sehingga akhirnya tidak ada glukosa dalam urine. Pada penderita DM terjadi peningkatan ekspresi gen SGLT-2. Obat yang menghambat kinerja SGLT-2 ini akan menghambat penyerapan kembali glukosa di tubulus ginjal sehingga glukosa akan dikeluarkan lewat urine. Obat yang bekerja di jalur ini adalah SGLT-2 inhibitor. Dapaglifozin adalah salah satu contoh obatnya.

h. Otak

Insulin merupakan penekan nafsu makan yang kuat. Pada individu yang obes baik yang DM maupun non-DM, didapatkan hiperinsulinemia yang merupakan mekanisme kompensasi dari resistensi insulin. Pada golongan ini asupan makanan justru meningkat akibat adanya resistensi insulin yang juga terjadi di otak. Obat yang bekerja di jalur ini adalah GLP-1 agonis, amylin, dan bromokriptin.

C. Pola Makan Remaja

Orang tua mempunyai peranan penting dalam membentuk kebiasaan makan anak-anak, khususnya sewaktu masih berusia balita. Pada waktu anak menginjak usia remaja, kebiasaan makan disamping itu dipengaruhi oleh lingkungan, teman sebaya, kehidupan social, dan kegiatan yang dilakukannya di luar rumah.

1. Pola Makan Khusus

Survey tentang asupan gizi di Amerika Serikat menunjukkan bahwa remaja cenderung mendapat asupan vitamin A, tiamin, besi dan kalsium lebih sedikit dari yang dianjurkan. Umumnya mereka banyak mengonsumsi *junk food* sehingga asupan lemak, gula, garam (Na), dan protein lebih besar daripada yang diperlukan.

Remaja mempunyai kebiasaan makan di antara waktu makan, berupa jajanan baik di sekolah maupun di luar sekolah. Pilihan jenis makanan yang mereka lakukan lebih penting daripada tempat atau waktu makan. Makanan mereka umumnya kaya energi yang berasal dari karbohidrat dan lemak sehingga orang tua dianjurkan untuk menekankan pentingnya konsumsi sayuran dan buah segar serta makanan sumber serta lainnya. Menurut hasil Riskesdas 2007 (Depkes RI,2008) sebanyak 93,6% remaja usia 10-14 tahun dan 93,8% usia 15-24 tahun kurang mengonsumsi sayur dan buah. Menyantap sayur dan buah kurang dari lima kali sehari termasuk dalam kategori kurang.

2. Makan tidak teratur

Waktu-makan yang dilewatkan dan makan di luar rumah meningkat dari awal hingga akhir masa remaja. Hal ini merefleksikan peningkatan kebutuhan untuk tidak tergantung pada keluarga dan peningkatan penggunaan waktu di luar rumah. Makan malam merupakan waktu makan yang paling teratur dilakukan dalam sehari.

Remaja dan dewasa muda lebih sering mengabaikan dan melewatkan makan pagi, dibandingkan dengan kelompok usia lain. Pada umumnya remaja perempuan lebih banyak tidak makan pagi dibandingkan remaja laki-laki, karena ingin langsing dan sering berusaha untuk berdiet. Banyak remaja perempuan beranggapan bahwa mereka dapat mengontrol berat badan dengan cara mengabaikan makan pagi atau makan siang. Oleh sebab itu remaja yang berdiet perlu diberi penjelasan bahwa hal tersebut justru bias berakibat sebaliknya. Bila tidak makan pagi, maka pada pertengahan

siang atau pada siang harinya mereka akan merasa sangat lapar, sehingga makan lebih banyak dibandingkan bila mereka makan pagi.

D. Asupan Energi dan Zat Gizi Remaja

1. Energi

Kebutuhan energi seseorang menurut FAO/WHO (1985) dalam Almtsier (2009) adalah konsumsi energi berasal dari makanan yang diperlukan untuk menutupi pengeluaran energi seseorang bila ia mempunyai ukuran dan komposisi tubuh dengan tingkat aktivitas yang sesuai dengan kesehatan jangka panjang, dan yang memungkinkan pemeliharaan aktivitas fisik yang dibutuhkan secara sosial dan ekonomi. Kebutuhan energi total orang dewasa diperlukan untuk metabolisme basal, aktivitas fisik, dan efek atau pengaruh dinamik khusus (*Specific Dynamic Action*// SDA). Kebutuhan energi terbesar pada umumnya diperlukan untuk metabolisme basal.

Energi untuk tubuh diukur dengan kalori diperlukan untuk melakukan aktivitas fisik sehari-hari. Secara umum remaja laki-laki memerlukan energi lebih banyak daripada remaja perempuan. Remaja laki-laki memerlukan 2400-2800 kkal/hari sementara perempuan memerlukan energi sebesar 2000-2200 kkal/hari. Angka tersebut dianjurkan sebanyak 50-60% berasal dari karbohidrat kompleks yang diperoleh dari bahan makanan seperti beras, terigu, umbi-umbian, jagung dan hasil olahannya.

2. Protein

Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh adalah protein, separuhnya ada di dalam otot, seperlima di dalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit, dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Semua enzim, berbagai hormone, pengangkut zat-zat gizi dan darah, matriks intraseluler dan sebagainya adalah protein. Di samping itu asam amino yang membentuk protein bertindak sebagai precursor sebagian besar

koenzim, hormon, asam nukleat, dan molekul-molekul yang esensial untuk kehidupan.

Peranan protein yang utama adalah memelihara dan mengganti sel-sel yang rusak, pengatur fungsi fisiologis organ tubuh. Kebutuhan protein bagi remaja masih cukup tinggi karena proses pertumbuhan sedang terjadi secara cepat.

Anjuran kebutuhan protein pada kelompok remaja laki-laki adalah 66-72 gram/hari, sedangkan untuk remaja perempuan 59-69 gram/hari atau 14-16% dari total kalori. Sumber protein utama adalah ikan, daging, ayam, tempe, tahu, dan kacang-kacangan.

3. Lemak

Lemak merupakan sumber energi yang dapat disimpan di dalam tubuh sebagai cadangan energi. Konsumsi lemak yang berlebihan pada usia remaja tidak dianjurkan karena dapat meningkatkan kadar lemak dalam tubuh khususnya kadar kolesterol darah yaitu 20-25% dari total kalori, yang bersumber dari minyak dan mentega.

Konsumsi lemak yang berlebih akan mengakibatkan timbunan lemak sehingga dalam jangka waktu tertentu dapat menyumbat saluran pembuluh darah terutama arteri jantung. Kondisi penyumbatan akan membahayakan kesehatan jantung. Konsumsi lemak yang kurang dari kebutuhannya juga akan mengakibatkan asupan energi tidak adekuat. Pembatasan asupan lemak hewani yang berlebihan akan menyebabkan asupan zat besi dan zink rendah karena bahan makanan hewani merupakan sumber dua mineral.

4. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama untuk aktivitas tubuh sehingga pemenuhannya dianjurkan sebesar 50-60% dari total kalori. Semua karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan. Melalui proses fotosintesis, klorofil tanaman dengan bantuan sinar matahari mampu membentuk karbohidrat dari karbon dioksida (CO_2) berasal dari udara dan air (H_2O) dari tanah. Karbohidrat yang dihasilkan

adalah karbohidrat sederhana yaitu glukosa. Bahan makanan sumber karbohidrat yang baik untuk dikonsumsi antara lain beras, umbi-umbian, jagung, dll.

E. Aktivitas Fisik

WHO aktivitas fisik (*physical activity*) merupakan gerakan tubuh yang dihasilkan otot rangka yang memerlukan pengeluaran energi. Aktivitas fisik melibatkan proses biokimia dan biomekanik. Aktivitas fisik dapat dikelompokkan berdasarkan tipe dan intensitasnya. Bagian dari aktivitas fisik adalah latihan olahraga (*exercise*), yang merupakan aktivitas fisik yang terencana, terstruktur, berulang, dan bertujuan untuk memelihara kebugaran fisik (Haskell dan Kiernan (2000)). Aktivitas fisik ini mencakup aktivitas yang dilakukan di sekolah, di tempat kerja, dalam keluarga/rumah tangga, aktivitas selama dalam perjalanan dan aktivitas fisik lain yang dilakukan untuk mengisi waktu senggang sehari-hari. Menurut FAO/WHO/UNU (2001) besarnya aktivitas fisik yang dilakukan seseorang dalam 24 jam dinyatakan dalam *Physical Activity Level (PAL)* atau Tingkat Aktivitas Fisik. PAL dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\sum(PAR \times \text{alokasi waktu tiap aktivitas})}{24 \text{ Jam}}$$

Gambar 2.2 Rumus Physical Activity Level (PAL)

Secara umum aktivitas fisik dibagi menjadi 3 (tiga) kategori berdasarkan intensitas dan besaran kalori yang digunakan yaitu aktivitas fisik ringan, aktivitas fisik sedang, dan aktivitas fisik berat.

1. Aktivitas fisik ringan

Aktivitas fisik ini hanya memerlukan sedikit tenaga dan biasanya tidak menyebabkan perubahan dalam pernapasan, saat melakukan aktivitas masih dapat berbicara dan menyanyi. Energi yang dikeluarkan selama melakukan aktivitas ini (<4,5 kkal/menit). Aktivitas fisik dengan kategori ringan ini mempunyai nilai sebesar ($1,40 \leq PAL \leq 1,69$).

2. Aktivitas fisik sedang

Pada saat melakukan aktivitas fisik sedang tubuh sedikit berkeringat, denyut jantung dan frekuensi nafas menjadi lebih cepat, tetapi dapat berbicara, tetapi tidak dapat bernyanyi. Energi yang dikeluarkan saat melakukan aktivitas ini antara 3,5 – 7 kkal/menit. Aktivitas fisik dengan kategori sedang ini mempunyai nilai sebesar $(1,70 \leq PAL \leq 1,99)$.

3. Aktivitas fisik berat

Aktivitas fisik dikategorikan berat apabila selama beraktivitas tubuh mengeluarkan banyak keringat, denyut jantung dan frekuensi nafas sangat meningkat sampai dengan kehabisan napas. Energi yang dikeluarkan saat melakukan aktivitas pada kategori ini >7 kkal/menit. Aktivitas fisik dengan kategori berat ini mempunyai nilai sebesar $(2,00 \leq PAL \leq 2,39)$.

F. Kadar Glukosa Darah

Glukosa darah di dalam tubuh berfungsi untuk bahan bakar bagi proses metabolisme dan juga sumber energi utama bagi otak. Glukosa darah adalah gula yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka.

Glukosa darah adalah parameter untuk mengetahui penyakit diabetes melitus yang dahulunya dilakukan terhadap darah lengkap. Karena eritrosit memiliki kadar protein yaitu haemoglobin yang lebih tinggi sehingga bila dibandingkan dengan darah lengkap serum lebih banyak glukosa.

Pemeriksaan kadar glukosa darah dapat menggunakan darah lengkap seperti serum atau plasma. Serum lebih banyak mengandung air dari pada darah lengkap, sehingga serum berisi lebih banyak glukosa dari pada darah lengkap. Kadar glukosa darah dapat ditentukan dengan berbagai metode berdasarkan sifat glukosa yang dapat mereduksi ion-ion logam tertentu, atau dengan pengaruh enzim khusus untuk menghasilkan

glukosa, yaitu enzim glukosa oksidase. Enzim glukosa oksidase merupakan senyawa yang mengubah glukosa menjadi asam glukonat.

Menurut Subiyono, dkk (2016) pemeriksaan glukosa darah metode GOD-PAP lebih banyak dilakukan di laboratorium karena dianggap ketelitiannya lebih tinggi, sehingga diperoleh hasil yang lebih kuat. Alat yang digunakan untuk pemeriksaan glukosa darah metode ini adalah spektrofotometer.

Glukosa merupakan salah satu karbohidrat penting yang digunakan sebagai sumber tenaga. Glukosa dapat diperoleh dari makanan yang mengandung karbohidrat. Glukosa berperan sebagai molekul utama bagi pembentukan energi di dalam tubuh, sebagai sumber energi utama bagi kerja otak dan sel darah merah.

Glukosa dihasilkan dari makanan yang mengandung karbohidrat yang terdiri dari monosakarida, disakarida, dan juga polisakarida. Karbohidrat akan konversikan menjadi glukosa di dalam hati dan seterusnya berguna untuk pembentukan energi di dalam tubuh. Glukosa tersebut akan diserap oleh usus halus kemudian akan dibawa oleh aliran darah dan didistribusikan ke seluruh sel tubuh. Glukosa yang disimpan di dalam tubuh dapat berupa glikogen yang disimpan pada plasma darah dalam bentuk glukosa darah (*blood glucose*). Fungsi glukosa dalam tubuh adalah sebagai bahan bakar dari metabolisme dan juga merupakan sumber energi utama bagi otak.

Energi untuk sebagian besar fungsi sel dan jaringan berasal dari glukosa. Pembentukan energi alternative juga dapat berasal dari metabolisme asam lemak. Tetapi jalur ini kurang efisien dibandingkan dengan pembakaran langsung glukosa. Proses ini juga dihasilkan metabolit-metabolit asam yang berbahaya apabila dibiarkan oleh beberapa mekanisme homeolitik yang dalam keadaan sehat dapat mempertahankan kadar dalam rentang 70 sampai 110 mg/dl dalam keadaan puasa.

Metabolisme glukosa menghasilkan asam piruvat, asam laktat, dan asetil-coenzim A. Jika glukosa dioksidasi total maka akan menghasilkan karbondioksida, air, dan energi yang akan disimpan di dalam hati atau otot dalam bentuk glikogen. Hati dapat mengubah glukosa yang tidak terpakai melalui jalur-jalur metabolik lain menjadi asam lemak yang disimpan sebagai trigliserida atau menjadi asam amino untuk membentuk protein. Hati berperan dalam menentukan apakah glukosa langsung dipakai untuk menghasilkan energi, disimpan atau digunakan untuk tujuan struktural.

Glukosa darah dikatakan abnormal apabila kurang atau melebihi nilai rujukan. Nilai rujukan glukosa adalah pada rentang 60-110mg/dl. Kadar gula darah yang terlalu tinggi dinamakan hiperglikemia. Kadar glukosa kurang dari normal dinamakan hipoglikemia. Dalam tubuh manusia glukosa yang telah diserap oleh usus halus kemudian akan terdistribusi ke dalam semua sel tubuh melalui aliran darah. Menurut Perkeni, (2006) nilai rujukan kadar normal glukosa dalam darah adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Nilai Rujukan Glukosa Darah

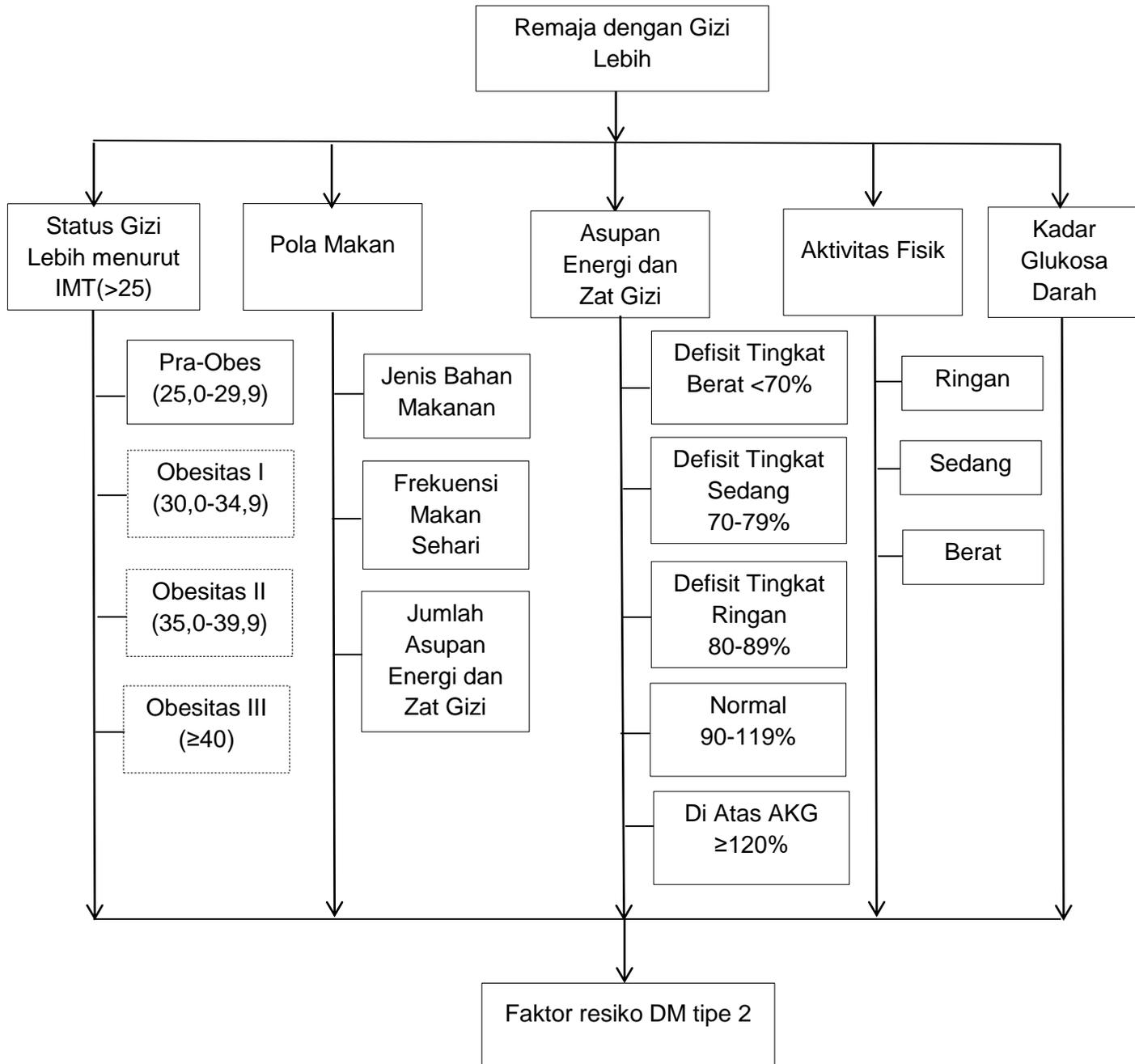
		Bukan DM	Belum Pasti DM	DM
Kadar glukosa darah sewaktu (mg/dl)	Plasma Vena	<100	100 - 199	≥200
	Darah Kapiler	<90	90 – 199	≥200

Sumber: Konsensus Pengelolaan DM tipe II PERKENI (2006).

G. Remaja

Batasan usia remaja menurut WHO adalah 12 sampai 24 tahun. Menurut Menteri Kesehatan RI tahun 2010, batas usia remaja adalah antara 10 sampai 19 tahun dan belum menikah. Kelompok usia ini merupakan perkembangan untuk menjadi dewasa oleh karena itu perlu bimbingan dan pengalaman untuk menuju ke pematangan kedewasaan yang baik termasuk di dalamnya kematangan mental, emosional, sosial, dan fisik. Masa remaja adalah peralihan dari masa anak ke masa dewasa yang mengalami perkembangan di semua aspek atau fungsi untuk memasuki masa dewasa.

H. Kerangka Konsep



Keterangan :



= Variabel Diteliti



= Variabel Tidak Diteliti

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola makan yang meliputi jenis bahan makanan yang dimakan sehari-hari, frekuensi makan sehari, dan jumlah asupan energi dan zat gizi dari makanan yang dimakan sehari-hari, asupan energi dan zat gizi pada masa sekarang, serta aktivitas fisik yang dilakukan oleh remaja umur 16-17 tahun dengan status gizi menurut IMT dalam kategori overweight atau pra-obes (25,0-29,9) serta kadar glukosa darah remaja yang diukur dengan menggunakan alat glukometer. Hal ini digunakan sebagai faktor risiko kejadian diabetes mellitus tipe 2 di kota Blitar.