

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Diabetes Melitus tipe II

Diabetes Melitus adalah penyakit menahun yang ditandai akibat kadar glukosa darah yang melebihi nilai normal secara menahun. Sebutan glukosa darah sering dikenal oleh masyarakat dengan gula darah (Kemenkes RI, 2019). Diabetes Melitus tipe II adalah hasil dari kombinasi antara resistensi insulin dengan defisiensi insulin relatif (kompensasi sekresi insulin yang tidak adekuat) (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2015). Diabetes Melitus tipe II terjadi karena sel-sel sasaran insulin gagal atau tidak mampu merespon insulin secara normal (Hartanti dkk, 2013). Insulin terdiri dari rangkaian asam amino, dihasilkan oleh sel beta kelenjar pankreas. Insulin berperan untuk mentransfer glukosa dari ekstra sel masuk ke dalam sel (Kusnanto, 2016).

Pada DM tipe II insulin tidak dapat bekerja secara optimal pada sel otot, lemak, dan hati sehingga akibatnya memaksa pankreas mengkompensasi untuk menghasilkan insulin lebih banyak. Ketika produksi insulin oleh sel beta pankreas tidak adekuat dalam mengkompensasi peningkatan resistensi insulin, maka kadar glukosa darah akan meningkat dan akan terjadi *hiperglikemia* kronik. Secara klinis, makna resistensi insulin adalah adanya konsentrasi insulin yang lebih tinggi dari normal yang dibutuhkan untuk mempertahankan *normoglikemia*. Pada tingkat seluler, resistensi insulin menggambarkan

kemampuan yang tidak adekuat berdasarkan insulin signaling mulai dari pre reseptor, reseptor, dan post reseptor (Decroli, 2019).

Terdapat beberapa faktor risiko penting yang menjadi penyebab perkembangan DM tipe 2 yaitu kelebihan berat badan, gizi buruk dan kurangnya aktifitas fisik. Faktor lain yang berperan adalah etnisitas, riwayat keluarga diabetes, riwayat diabetes gestasional masa lalu dan usia lanjut. Aktivitas fisik yang semakin jarang dilakukan bisa menyebabkan peningkatan resistensi insulin pada penderita diabetes melitus (IDF, 2019).

## **B. Aktivitas Fisik Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II**

### **1. Definisi Aktivitas Fisik**

Aktivitas fisik merupakan setiap gerakan tubuh yang meningkatkan pengeluaran energi/tenaga. Untuk mendapatkan manfaat kesehatan sebaiknya aktivitas fisik dilakukan selama 30 menit/hari (150 menit/minggu) dengan intensitas sedang (Kemenkes, 2017). Menurut (Kemenkes, 2019) aktivitas fisik ini mencakup aktivitas yang dilakukan di sekolah, di tempat kerja, aktivitas dalam keluarga/ rumah tangga, aktivitas selama dalam perjalanan dan aktivitas lain yang dilakukan untuk mengisi waktu senggang sehari-hari.

### **2. Manfaat Aktivitas Fisik**

Aktivitas fisik dengan intensitas tertentu memberikan banyak manfaat untuk kesehatan. Secara umum aktivitas fisik yang memadai bermanfaat untuk kesehatan terutama mengurangi resiko penyakit-penyakit kronis seperti penyakit jantung, stroke, diabetes melitus tipe II, obesitas, penyakit kanker payudara, kanker kolon serta depresi. Rendahnya level aktivitas fisik dapat

meningkatkan prevalensi obesitas secara signifikan. Obesitas terjadi bila asupan energi melebihi pengeluaran energi total termasuk energi untuk melakukan aktivitas fisik. Jika melakukan secara rutin akan memperbaiki komposisi tubuh melalui penurunan lemak abdominal adiposit dan perbaikan terhadap kontrol berat badan. Selain itu dapat meningkatkan profil lipoprotein melalui penurunan level trigliserida, peningkatan kolesterol HDL (kolesterol baik), menurunkan LDL serta menurunkan rasio LDL terhadap HDL (Welis & Rifki, 2013).

Aktivitas fisik juga dapat memperbaiki homeostasis glukosa dan sensitifitas insulin, menurunkan tekanan darah dan inflamasi sistemik, menurunkan pembekuan darah, memperbaiki aliran darah jantung, memperbaiki fungsi jantung serta endotelial. Terjadinya perbaikan massa tubuh karena aktivitas fisik menyebabkan peningkatan sintesis glikogen dan aktivitas hexokinase, peningkatan GLUT-4 dan ekspresi mRNA, memperbaiki densitas kapiler otot sehingga mengakibatkan perbaikan pengangkutan glukosa ke otot (Welis & Rifki, 2013).

### **3. Klasifikasi dan Tingkatan Aktivitas Fisik**

Aktivitas fisik sangatlah penting dalam rencana manajemen DM tipe-2. Olahraga secara teratur terbukti dapat memperbaiki kendali kadar gula darah, membantu menurunkan berat badan, mengurangi risiko penyakit kardiovaskular dan meningkatkan kualitas hidup (Ikatan Dokter Anak Indonesia, 2015).

Menurut Kemenkes RI, 2019 aktivitas fisik dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan intensitas dan besaran kalori yang digunakan, yaitu: aktivitas fisik ringan, aktivitas fisik sedang dan aktivitas fisik berat.

a) Aktivitas fisik berat : selama beraktivitas, tubuh mengeluarkan banyak keringat, denyut jantung dan frekuensi napas meningkat sampai terengah-engah. Energi yang dikeluarkan >7 Kcal/menit (Kemenkes, 2018a).

Contoh :

- a. Berjalan sangat cepat (kecepatan lebih dari 5 km/jam), berjalan mendaki bukit, berjalan dengan membawa beban di punggung, naik gunung, jogging (kecepatan 8 km/jam) dan berlari.
- b. Pekerjaan seperti mengangkut beban berat, menyekop pasir, memindahkan batu bata, menggali selokan dan mencangkul.
- c. Pekerjaan rumah seperti memindahkan perabot yang berat dan menggendong anak.
- d. Bersepeda lebih dari 15 km/jam dengan lintasan mendaki, bermain basket, bulutangkis dan sepak bola.

b) Aktivitas fisik sedang : saat melakukan aktivitas fisik sedang tubuh sedikit berkeringat, denyut jantung dan frekuensi napas menjadi lebih cepat. Energi yang dikeluarkan: 3,5-7 Kcal/menit(Kemenkes, 2018c).

Contoh :

- a. Berjalan cepat (kecepatan 5 km/jam) pada permukaan rata di dalam atau di luar rumah, di kelas, ke tempat kerja atau ke toko.
- b. Memindahkan perabot ringan, berkebun, menanam pohon dan mencuci mobil.

- c. Pekerjaan tukang kayu, membawa dan menyusun balok kayu, membersihkan rumput dengan mesin pemotong rumput.
  - d. Bersepeda pada lintasan datar dan berlaya.
- c) Aktivitas fisik ringan : kegiatan yang hanya memerlukan sedikit tenaga dan biasanya tidak menyebabkan perubahan dalam pernapasan. Energi yang dikeluarkan < 3,5 Kcal/menit (Kemenkes, 2018b)

Contoh :

- a. Berjalan santai di rumah, kantor atau pusat perbelanjaan.
- b. Duduk bekerja di depan komputer, membaca, menulis, menyetir dan mengoperasikan mesin dengan posisi duduk atau berdiri.
- c. Berdiri melakukan pekerjaan rumah tangga ringan seperti mencuci piring, setrika, memasak, menyapu, mengepel lantai dan menjahit.
- d. Latihan peregangan dan pemanasan dengan gerakan lambat.
- e. Membuat prakarya, bermain video game, menggambar, melukis dan bermain musik.

#### **4. Pengukuran Aktivitas Fisik**

Pengukuran aktivitas fisik umumnya digambarkan dengan istilah pengeluaran energi. Pengukuran aktivitas fisik bisa ditunjukkan oleh jumlah kerja (watt), lamanya waktu melakukan aktivitas fisik (detik, menit), sebagai unit gerakan (jumlah) atau berasal dari skor numerik hasil dari respon kuesioner (Welis & Rifki, 2013). Pada penelitian ini, metode untuk mengukur aktivitas fisik menggunakan kuesioner, yaitu *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ).

Kelebihan dari instrumen ini adalah cepat, bisa dilakukan secara masal, dan telah di validasi di berbagai negara termasuk di Indonesia. Walaupun demikian, terdapat kekurangan dalam penggunaan kuesioner, yaitu bergantung pada kemampuan subjek untuk mengingat kembali kebiasaannya secara rinci. Selain itu, kuesioner juga sulit untuk mengonversikan informasi aktivitas yang kualitatif (misalnya bermain selama 30 menit) menjadi data yang kuantitatif (misalnya kkal/waktu latihan). Oleh sebab itu, konversi ini bergantung pada faktor aktivitas atau faktor intensitas yang disebut *metabolic equivalents task* (METs) untuk tiap aktivitas, bahwa METs adalah kelipatan dari *resting energy expenditure (REE)*(IPAQ, 2005).

Aktivitas fisik dinyatakan dalam skor yaitu METs-min sebagai jumlah kegiatan setiap menit. *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) menetapkan skor aktivitas fisik dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{MET-min/minggu} = \text{METs level (jenis aktivitas)} \times \text{jumlah menit aktivitas} \times \text{jumlah hari/minggu}$$

Nilai berikut terus digunakan untuk analisis data IPAQ:

Berjalan = 3,3 METs

Kegiatan Sedang = 4,0 METs

Kegiatan Berat (kuat) = 8,0 METs

Adapun kategori aktivitas fisik menurut (IPAQ, 2005) yaitu :

#### 1. Aktivitas Ringan

Dikatakan aktivitas ringan jika tidak melakukan aktivitas fisik tingkat sedang-berat < 10 menit/hari atau < 600 METs - min/minggu.

## 2. Aktivitas Sedang

- a)  $\geq 3$  hari melakukan aktivitas fisik berat 20 menit / hari.
- b)  $\geq 5$  hari melakukan aktivitas sedang / berjalan minimal 30 menit / hari.
- c)  $\geq 5$  hari kombinasi berjalan, aktivitas intensitas sedang, aktivitas berat minimal 600 MET-min/minggu.

## 3. Aktivitas Berat

- a) Aktivitas kuat  $> 3$  hari dan dijumlahkan 1500 MET-menit/minggu.
- b)  $\geq 7$  hari kombinasi aktivitas berjalan, intensitas sedang, atau intensitas kuat minimal 3000 MET-menit/minggu.

## 5. Rekomendasi Aktivitas Fisik

Sesuai dengan rekomendasi WHO mengenai aktivitas fisik (WHO, 2010) :

- a. Untuk usia 5-17 tahun : Penderita DM tipe-2 anak-anak dan remaja dianjurkan untuk melaksanakan aktivitas fisik intensitas sedang atau berat yang menyenangkan dan bervariasi setidaknya 60 menit setiap hari. Jika anak tidak memiliki waktu 60 menit penuh setiap hari, aktivitas fisik dapat dilakukan pada dua periode 30 menit atau empat periode 15 menit. seminggu.
- b. Untuk usia 18-64 tahun : Penderita DM tipe-2 pada usia dewasa harus melakukan minimal 150 menit aktivitas fisik aerobik dengan intensitas sedang dalam satu minggu atau minimal 75 menit aktivitas fisik aerobik dengan intensitas tinggi dalam satu minggu atau kombinasi keduanya. Aktivitas aerobik harus dilakukan dalam durasi minimal selama 10 menit. Individu dewasa dapat meningkatkan aktivitas fisik aerobik intensitas

sedang hingga 300 menit per minggu atau melakukan 150 menit latihan fisik aerobik dengan intensitas yang kuat per minggu atau kombinasi keduanya.

- c. Untuk usia 65 tahun ke atas (lansia) : Penderita DM tipe-2 pada usia lansia harus melakukan aktivitas fisik minimal 150 menit aerobic dengan intensitas sedang aktivitas fisik sepanjang minggu atau melakukan minimal 75 menit latihan aerobik dengan intensitas tinggi aktivitas fisik sepanjang minggu atau kombinasi yang setara dari aktivitas intensitas sedang dan kuat. Aktivitas aerobik harus dilakukan dalam durasi minimal 10 menit. Pada kelompok usia dengan mobilitas yang buruk, sebaiknya melakukan aktivitas fisik untuk meningkatkan keseimbangan dan mencegah jatuh pada 3 hari atau lebih per minggu. Sebagian besar individu pada kelompok usia ini tidak mampu melakukan aktivitas fisik dengan jumlah yang disarankan.

## **C. Glukosa Darah pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II**

### **1. Pengertian Glukosa Darah**

Glukosa merupakan karbohidrat pada makanan yang diserap dalam jumlah besar ke dalam darah dan dikonversikan dalam hati. Glukosa adalah bahan bakar utama bagi jaringan tubuh yang pada akhirnya digunakan untuk membentuk ATP. Walaupun banyak sel tubuh menggunakan lemak sebagai sumber energi, saraf dan sel darah merah mutlak memerlukannya. Glukosa merupakan suatu gula monosakarida yang dimana merupakan karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga di dalam tubuh. Glukosa sebagai prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti glikogen, ribose dan deoksiribose dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa



susu dalam glikolipid dan dalam glikoprotein dan proteoglikan (Supardi, 2019). Fungsi glukosa darah saat melakukan olahraga adalah saat otot berkontraksi selama berolahraga, ini akan merangsang mekanisme lainnya yang bukan insulin. Mekanisme ini akan membantu sel untuk mengambil glukosa dan menggunakannya sebagai energi, baik dengan atau tanpa insulin (Supardi, 2019).

## **2. Glukosa Darah Sewaktu pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II**

Diagnosis DM ditegakkan atas dasar pemeriksaan kadar glukosa darah. Kecurigaan adanya Diabetes Melitus tipe II perlu dipikirkan apabila terdapat keluhan klasik berupa; poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya. Keluhan lain dapat berupa : lemah badan, kesemutan, gatal, mata kabur, disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulvae pada wanita (Decroli, 2019).

Pemeriksaan glukosa darah sewaktu adalah uji kadar glukosa yang dapat dilakukan sewaktu-waktu, tanpa harus berpuasa karbohidrat terlebih dahulu atau mempertimbangkan asupan makanan terakhir. Tes glukosa darah sewaktu biasanya digunakan sebagai tes skrining untuk penyakit Diabetes Mellitus (Hartina, 2017). Kadar glukosa sewaktu pada pasien dengan gejala hiperglikemia (poliuria, polidipsia, polifagia, penurunan berat badan) atau krisis hiperglikemik adalah 11,1 mmol/L atau 200 mg/dL atau lebih tinggi. Diagnosis kadar glukosa darah sewaktu pasien Diabetes Melitus tipe II dikatakan normal apabila nilai < 200 mg/dL dan tinggi apabila nilai > 200 mg/dL (Sapra & Bhandari, 2021).

#### **D. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Glukosa Darah Sewaktu Pasien Diabetes Melitus Tipe II**

Dalam melakukan aktivitas fisik/olahraga jumlah keratin fosfat dalam sel otot hanya dapat bertahan selama beberapa milidetik, sehingga jumlah simpanan glikogen otot juga mulai terurai, memberi glukosa yang kemudian dioksidasi di dalam otot untuk menghasilkan ATP. Selama ATP diubah menjadi ADP selama otot berkontraksi, terjadi pembentukan kembali ATP melalui reaksi adenilat siklase yang dalam prosesnya menghasilkan AMP. Adenosin monofosfat akan mengaktifkan jalur glikolisis dengan merangsang enzim fosfofruktokinase-1. Adenosin monofosfat juga mengaktifkan fosforilase-b yang kemudian dapat menguraikan glikogen otot. Jumlah simpanan glikogen di otot hanya cukup untuk menunjang olahraga seperti push up atau angkat berat dalam waktu yang singkat yaitu sekitar 2 menit saja (Kinanti & Abdullah, 2019).

Jadi selama melakukan olahraga/aktivitas fisik dengan intensitas berat, maka akan terjadi pelepasan hormone epineprin ke dalam darah, dimana epineprin akan berikatan dengan reseptor di membrane sel otot dan mengaktifkan enzim adenilat siklase. Sewaktu kadar cAMP meningkat terjadi pengaktifan dari PKA yang akan memfosforilasikan fosforilase kinase, selanjutnya akan memfosforilasi terhadap glikogen fosforilase yang akan merubah glikogen menjadi glukosa 1-fosfat, dan diubah menjadi glukosa 6-fosfat oleh reaksi fosfoglukomutase dan kemudian masuk kedalam jalur glikolisis. Otot yang memiliki banyak serat glikolitik kejang cepat, ATP

terutama dihasilkan melalui glikolisis dengan asam laktat sebagai produk utamanya (Kinanti & Abdullah, 2019).

Sedangkan pada saat melakukan olahraga/aktivitas fisik dengan intensitas sedang sampai ringan dapat dipertahankan untuk jangka waktu yang sangat lama. Pada saat melakukan aktivitas fisik/olahraga dengan intensitas ringan, tubuh akan menggunakan keratin fosfat dan glikogen untuk menghasilkan ATP. Namun seiring dengan peningkatan aliran darah ke otot yang bekerja merupakan suatu proses yang memerlukan waktu sekitar 5-10 menit, bahan bakar bergerak ke otot melalui darah. Otot menggunakan bahan bakar yang bersumber dari glukosa dan asam lemak dan mengoksidasinya untuk memperoleh ATP (Kinanti & Abdullah, 2019).

Aktivitas fisik yang cukup, mampu meningkatkan permeabilitas membran untuk meningkatkan aliran darah, dengan demikian membran kapiler lebih banyak yang terbuka sehingga reseptor insulin menjadi aktif dan akan mempengaruhi kadar glukosa darah, Jika kurang melakukan aktivitas fisik maka dapat menyebabkan penumpukan asam lemak, penurunan penggunaan kadar glukosa dan glikogen otot (Setyawan & Sono, 2015).