

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Dasar Diabetes Melitus (DM)

1. Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes Melitus (DM) merupakan salah satu penyakit berbahaya yang dikenal oleh masyarakat Indonesia dengan nama penyakit kencing manis. DM adalah penyakit gangguan metabolik yang terjadi secara kronis atau menahun karena tubuh tidak mempunyai hormon insulin yang cukup akibat gangguan pada sekresi insulin, hormon insulin yang tidak bekerja sebagaimana mestinya atau keduanya (Infodatin Diabetes: Pusat Data Dan Informasi Kementerian Kesehatan RI Situasi Dan Analisis Diabetes, 2014).

Menurut Ewadh (2014) menyebutkan bahwa DM adalah penyakit gangguan metabolik dengan ciri ditemukan konsentrasi glukosa yang tinggi di dalam darah (hiperglikemia).

World Health Organization/WHO (2016) menyebutkan bahwa penyakit ini ditandai dengan munculnya gejala khas yaitu poliphagia, polidipsia dan poliuria serta sebagian mengalami kehilangan berat badan. DM merupakan penyakit kronis yang sangat perlu diperhatikan dengan serius.

DM yang tidak terkontrol dapat menyebabkan beberapa komplikasi seperti kerusakan mata, ginjal pembuluh darah, saraf dan jantung.

Diabetes adalah penyakit menahun (kronis) berupa gangguan metabolik yang ditandai dengan kadar gula darah yang melebihi batas normal (Infodatin Diabetes Melitus, 2020).

2. Epidemiologi Diabetes Melitus

Prevalensi pasien DM di seluruh dunia sangat tinggi dan cenderung meningkat setiap tahun. Jumlah pasien DM di seluruh dunia mencapai 422 juta penderita pada tahun 2014. Jumlah penderita tersebut jauh meningkat dari tahun 1980 yang hanya 180 juta penderita. Jumlah penderita DM yang tinggi terdapat di wilayah *South-East Asia* dan *Western Pacific* yang jumlahnya mencapai

setengah dari jumlah seluruh penderita DM di seluruh dunia. Satu dari sebelas penduduk adalah penderita DM dan 3,7 juta kematian disebabkan oleh DM maupun komplikasi dari DM (World Health Organization, 2016).

Pasien DM di Indonesia berdasarkan data dari IDF pada tahun 2014 berjumlah 9,1 juta atau 5,7 % dari total penduduk. Jumlah tersebut hanya untuk pasien DM yang telah terdiagnosis dan masih banyak pasien DM yang belum terdiagnosis. Indonesia merupakan negara peringkat ke-5 dengan jumlah pasien DM terbanyak pada tahun 2014. Indonesia pada tahun 2013 berada di peringkat ke-7 pasien DM terbanyak di dunia dengan jumlah pasien 7,6 juta (PERKENI, 2015)

3. Klasifikasi Diabetes Melitus

Organisasi profesi yang berhubungan dengan DM seperti *American Diabetes Association* (ADA) telah membagi jenis DM berdasarkan penyebabnya. PERKENI dan IDAI sebagai organisasi yang sama di Indonesia menggunakan klasifikasi dengan dasar yang sama seperti klasifikasi yang dibuat oleh organisasi yang lainnya (PERKENI, 2015).

Klasifikasi DM berdasarkan etiologi menurut (PERKENI, 2015) adalah sebagai berikut :

- a. Diabetes melitus (DM) tipe 1 DM yang terjadi karena kerusakan atau destruksi sel beta di pankreas. kerusakan ini berakibat pada keadaan defisiensi insulin yang terjadi secara absolut. Penyebab dari kerusakan sel beta antara lain autoimun dan idiopatik.
- b. Diabetes melitus (DM) tipe 2 Penyebab DM tipe 2 seperti yang diketahui adalah resistensi insulin. Insulin dalam jumlah yang cukup tetapi tidak dapat bekerja secara optimal sehingga menyebabkan kadar gula darah tinggi di dalam tubuh. Defisiensi insulin juga dapat terjadi secara relatif pada penderita DM tipe 2 dan sangat mungkin untuk menjadi defisiensi insulin absolut.
- c. Diabetes melitus (DM) tipe lain Penyebab DM tipe lain sangat bervariasi. DM tipe ini dapat disebabkan oleh defek genetik fungsi sel beta, defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas,

endokrinopati pankreas, obat, zat kimia, infeksi, kelainan imunologi dan sindrom genetik lain yang berkaitan dengan DM.

d. Diabetes melitus Gestasional

4. Tanda dan Gejala

Menurut (Soewondo et al., 2010) seseorang dapat dikatakan menderita diabetes melitus apabila menderita dua dari tiga gejala yaitu:

- a. Keluhan TRIAS: Polidipsi : Banyak minum, Poliuri : Banyak kencing dan Polifagi : banyak makan.
- b. Kadar glukosa darah pada waktu puasa lebih dari 120 mg/dl
- c. Kadar glukosa darah dua jam sesudah makan lebih dari 200 mg/dl

Gejala yang sering dirasakan penderita diabetes antara lain *poliuria* (sering buang air kecil), *polidipsia* (sering haus), dan *polifagia* (banyak makan/ mudah lapar). Selain itu sering juga muncul keluhan penglihatan kabur, koordinasi gerak anggota tubuh terganggu, kesemutan pada tangan atau kaki, timbul gatal-gatal yang seringkali sangat mengganggu (*pruritus*), dan berat badan menurun tanpa sebab yang jelas.

Berdasarkan klasifikasi diabetes mellitus memiliki tanda dan gejala sebagai berikut :

- a. **Pada DM Tipe I** gejala yang umum dikeluhkan adalah *poliuria*, *polidipsia*, *polifagia*, penurunan berat badan, cepat merasa lelah (*fatigue*), iritabilitas, dan *pruritus* (gatal-gatal pada kulit).
- b. **Pada DM Tipe 2** gejala yang dikeluhkan umumnya hampir tidak ada. DM Tipe 2 seringkali muncul tanpa diketahui, dan penanganan baru dimulai beberapa tahun kemudian ketika penyakit sudah berkembang dan komplikasi sudah terjadi. Penderita DM Tipe 2 umumnya lebih mudah terkena infeksi, sukar sembuh dari luka, daya penglihatan makin buruk, dan umumnya menderita hipertensi, hiperlipidemia, obesitas, dan juga komplikasi pada pembuluh darah dan syaraf.

5. Penatalaksanaan Medis

Diabetes melitus jika tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai penyakit dan diperlukan kerjasama semua pihak untuk meningkatkan pelayanan kesehatan. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan berbagai usaha, antaranya:

a. Perencanaan makanan.

Standar yang dianjurkan adalah makanan dengan komposisi yang seimbang dalam hal karbohidrat, protein dan lemak yang sesuai dengan kecukupan gizi baik yaitu :

- 1) Karbohidrat sebanyak 60 – 70 %
- 2) Protein sebanyak 10 – 15 %
- 3) Lemak sebanyak 20 – 25 %

Jumlah kalori disesuaikan dengan pertumbuhan, status gizi, umur, stress akut dan kegiatan jasmani. Untuk kepentingan klinik praktis, penentuan jumlah kalori dipakai rumus Broca yaitu Berat Badan Ideal = $(TB - 100) - 10\%$, sehingga didapatkan :

- 1) Berat badan kurang $\leq 90\%$ dari BB Ideal
- 2) Berat badan normal = 90 - 110% dari BB Ideal
- 3) Berat badan lebih = 110 - 120% dari BB Ideal
- 4) Gemuk $\geq 120\%$ dari BB Ideal.

Jumlah kalori yang diperlukan dihitung dari BB Ideal dikali kelebihan kalori basal yaitu untuk laki-laki 30 kkal/kg BB, dan wanita 25 kkal/kg BB, kemudian ditambah untuk kebutuhan kalori aktivitas (10 - 30% untuk pekerja berat). Koreksi status gizi (gemuk dikurangi, kurus ditambah) dan kalori untuk menghadapi stress akut sesuai dengan kebutuhan. Makanan sejumlah kalori terhitung dengan komposisi tersebut diatas dibagi dalam beberapa porsi yaitu :

- 1) Makanan pagi sebanyak 20%
- 2) Makanan siang sebanyak 30%
- 3) Makanan sore sebanyak 25%
- 4) 2 - 3 porsi makanan ringan sebanyak 10-15 % diantaranya.

b. Latihan jasmani

Kegiatan sehari-hari seperti berjalan kaki ke pasar, menggunakan tangga, berkebun harus tetap dilakukan. Latihan jasmani selain untuk menjaga kebugaran juga dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik seperti : jalan kaki, bersepeda santai, jogging, naik turun tangga dan berenang. Saat naik turun tangga, otot rangka bergerak aktif mengubah gula menjadi energi. Inilah yang membuat kadar gula darah menjadi lebih stabil. Latihan jasmani sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kesehatan jasmani. Untuk mereka yang relatif sehat, intensitas latihan jsmani bisa ditingkatkan, sementara yang sudah mendapat komplikasi DM dapat dikurangi. Hindarkan kebiasaan hidup yang kurang gerak atau bermalas-malasan.

Senam diabetes merupakan salah satu dari pilar penatalaksanaan DM tipe 2. Senam diabetes dapat meningkatkan kebutuhan bahan bakar tubuh oleh otot yang aktif dan terjadi pula reaksi tubuh yang kompleks meliputi fungsi sirkulasi, metabolisme, dan susunan saraf pusat otonom. Senam diabetes akan mengakibatkan glikogen pada hati dan otot cepat diakses untuk digunakan sebagai sumber energi saat senam diabetes terutama pada beberapa atau permulaan senam diabetes dimulai, sehingga setelah 30 menit akan terjadi penurunan kadar glukosa darah. Senam diabetes dapat dilakukan secara teratur 3-4 kali seminggu selama kurang lebih 30 menit. Senam ini sebaiknya disesuaikan dengan usia dan status kesegaran jasmani (PERKENI, 2011). Dianjurkan latihan jasmani secara teratur (3-4 kali seminggu) selama kurang lebih 30 menit yang disesuaikan dengan kemampuan dan kondisi penyakit. Hal yang perlu diperhatikan setiap kali olahraga adalah tahap-tahap seperti pemanasan (warming up), inti (conditioning), pendinginan (cooling down) dan peregangan (stretching). Efek latihan jasmani yang utama dalam pengendalian kadar glukosa darah pada DM tipe II adalah

efeknya pada transport glukosa di jaringan ekstra hepar seperti efek insulin. Manfaat olah raga bagi penderita DM antara lain :

- 1) Meningkatkan penurunan kadar glukosa darah.
- 2) Mencegah kegemukan.
- 3) Berperan dalam mengatasi kemungkinan terjadinya komplikasi.
- 4) Mengurangi risiko penyakit jantung koroner.
- 5) Meningkatkan kualitas hidup diabetisi dengan meningkatnya kemampuan kerja.

c. Obat hipoglikemik :

1) Sulfonilurea

Obat golongan sulfonilurea bekerja dengan cara :

- a) Menstimulasi penguapasan insulin yang tersimpan
- b) Menurunkan ambang sekresi insulin
- c) Meningkatkan sekresi insulin sebagai akibat rangsangan glukosa.

Obat golongan ini biasanya diberikan pada pasien dengan BB normal dan masih bisa dipakai pada pasien yang beratnya sedikit lebih. Klorpropamid kurang dianjurkan pada keadaan insufisiensi renal dan orangtua karena risiko hipoglikemia yang berkepanjangan, demikian juga glibenklamid. Glukidon juga dipakai untuk pasien dengan gangguan fungsi hati atau ginjal.

2) Biguanid

Preparat yang ada dan aman dipakai yaitu metformin. Sebagai obat tunggal dianjurkan pada pasien gemuk (imt 30) untuk pasien yang berat lebih (IMT 27-30) dapat juga dikombinasikan dengan golongan sulfonilurea.

3) Insulin

Indikasi pengobatan dengan insulin adalah :

- a) Semua penderita DM dari setiap umur (baik *insulin dependent diabetes*/IDDM maupun *non-insulin dependent diabetes*/NIDDM) dalam keadaan ketoasidosis atau pernah masuk kedalam ketoasidosis

- b) DM dengan kehamilan/ DM gestasional yang tidak terkendali dengan diet (perencanaan makanan)
- c) DM yang tidak berhasil dikelola dengan obat hipoglikemik oral dosif maksimal. Dosis insulin oral atau suntikan dimulai dengan dosis rendah dan dinaikkan perlahan – lahan sesuai dengan hasil glukosa darah pasien. Bila sulfonilurea atau metformin telah diterima sampai dosis maksimal tetapi tidak tercapai sasaran glukosa darah maka dianjurkan penggunaan kombinasi sulfonilurea dan insulin.

d. Penyuluhan

Penyuluhan untuk merencanakan pengelolaan sangat penting untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Edukator bagi pasien diabetes yaitu pendidikan dan pelatihan mengenai pengetahuan dan keterampilan yang bertujuan menunjang perubahan perilaku untuk meningkatkan pemahaman pasien akan penyakitnya, yang diperlukan untuk mencapai keadaan sehat yang optimal. Penyesuaian keadaan psikologik kualifas hidup yang lebih baik. Edukasi merupakan bagian integral dari asuhan keperawatan diabetes.

Menurut Soegondo S., (2009), penatalaksanaan medis pada pasien dengan Diabetes Melitus meliputi:

a. Obat hiperglikemik oral (OHO).

Berdasarkan cara kerjanya OHO dibagi menjadi 4 golongan :

- 1) Pemicu sekresi insulin
- 2) Penambah sensitivitas terhadap insulin
- 3) Penghambat glukoneogenesis
- 4) Penghambat glukosidase alfa.

b. Insulin

Insulin diperlukan pada keadaan :

- 1) Penurunan berat badan yang cepat
- 2) Hiperglikemia berat yang disertai ketoasidosis
- 3) Ketoasidosis diabetik
- 4) Gangguan fungsi ginjal atau hati yang berat

c. Terapi Kombinasi

Pemberian OHO maupun insulin selalu dimulai dengan dosis rendah, untuk kemudian dinaikkan secara bertahap sesuai dengan respon kadar glukosa darah.

6. Kelainan Metabolisme Karbohidrat pada Diabetes Melitus

Hormon insulin berperan penting dalam proses pengendalian jalur-jalur metabolisme karbohidrat dalam tubuh sehingga dapat mengontrol keseimbangan kadar glukosa darah. Insulin juga berperan dalam menstimulasi ekspresi GLUT 4, yang diperlukan untuk transportasi glukosa ke dalam jaringan lemak dan otot skeletal. Pada diabetes mellitus terjadi defisiensi insulin maupun resistensi insulin, sehingga fungsi pengendalian glukosa darah akan terganggu.

Peranan insulin dalam metabolisme karbohidrat dimulai dari ikatan hormon insulin dengan reseptor insulin di membrane sel, yang selanjutnya mengawali proses biokimia di dalam sel. Insulin yang berikatan dengan reseptor di membrane plasma menstimulasi aktivitas tirosin kinase instrinsik, menyebabkan terjadinya autofosforilasi reseptor insulin dan perekrutan molekul-molekul penerus sinyal intraseluler lainnya, antara lain substrat reseptor insulin atau *insulin receptor substrate* (IRS) dan protein Shc. Beberapa protein selanjutnya berikatan dengan protein-protein seluler antara lain GrB-2, SHP-2, p65, p110, dan phosphatidylinositol-3kinase (PI-3-kinase). Peristiwa ini selanjutnya menginisiasi jalur yang lebih kompleks, antara lain terjadi reaksi fosforilasi dan defosforilasi, menghasilkan efek metabolik dan mitogenik dari hormon insulin secara luas. Insulin meningkatkan transportasi glukosa ke dalam sel melalui jalur PI-3-kinase dan jalur CbI, yang menyebabkan translokasi vesikel intraseluler yang mengandung GLUT 4 ke membran plasma, sehingga terjadi transportasi glukosa masuk ke dalam sel adipositas dan sel otot skeletal. Efek metabolik lainnya dari proses sinyal intraseluler yang diinduksi oleh hormon insulin yaitu menginduksi reaksi sintesis glikogen, sintesis protein, lipogenesis, dan regulasi berbagai gen di dalam sel yang responsif terhadap insulin.

Glukosa yang masuk ke dalam sel selanjutnya akan mengalami berbagai proses metabolisme yang penting untuk aktivitas sel. Salah satu peranan penting glukosa bagi sel adalah sebagai sumber energi. Glukosa akan mengalami reaksi glikolisis untuk menghasilkan ATP. Glikolisis adalah rangkaian reaksi kimia enzimatik untuk memecah glukosa dengan cara dioksidasi menjadi piruvat (dalam suasana aerob) atau laktat (pada suasana anaerob). Dalam kondisi aerob, di mitokondria glukosa akan dioksidasi lebih lanjut dalam jalur reaksi oksidasi piruvat dan siklus tricarboxylic acid (TCA) atau siklus asam sitrat. Jalur oksidasi glukosa di mitokondria berhubungan dengan rantai transport elektron dan reaksi oksidasi-fosforilasi yang menghasilkan ATP.

7. Glukosa Darah

Karbohidrat di dalam tubuh yang kemudian akan digunakan oleh tubuh sebagai sumber energi terbagi menjadi 2 bentuk yaitu glukosa darah dan glikogen otot. Glukosa darah merupakan karbohidrat dari makanan yang diserap oleh tubuh melalui serangkaian proses metabolisme. Glukosa berfungsi sebagai sumber energi untuk sel dan sebagai cadangan energi yang disimpan di dalam sel (Widiyanto, 2013).

Glukosa darah berasal dari karbohidrat dalam makanan yang kemudian dipecah menjadi monosakarida (glukosa, galaktosa, fruktosa) oleh usus halus dan diserap oleh darah. Glukosa masuk ke dalam darah melalui 2 tahap, yaitu masuknya glukosa melewati membran apikal usus ke dalam sel epitel dan masuk melewati membran basal dari sel epitel. Sel menggunakan glukosa sebagai sumber energi setelah diubah ke dalam bentuk ATP. Hidrolisis ATP menjadi ADP dan AMP melepaskan banyak energi yang digunakan oleh sel. Kelebihan glukosa dalam tubuh akan disimpan sebagai cadangan energi (Widiyanto, 2013).

Glukosa diubah menjadi glukosa-6-fosfat oleh reaksi ATP dan dikatalis oleh heksokinase. Glukosa 6-fosfat diubah menjadi glikogen dan disimpan di hati yang disebut dengan glikogen hati. Glikogen hati berfungsi sebagai cadangan glukosa dan akan digunakan saat tubuh mengalami kekurangan glukosa. Glukosa yang tidak diubah menjadi glikogen hati kemudian dioksidasi. Glukosa

yang dioksidasi berubah menjadi glikogen otot atau lemak yang disimpan di dalam depot-depot lemak melalui sirkulasi sistemik jaringan. Glikogen otot dikonversi menjadi asam laktat dan lemak menjadi cadangan glukosa saat tubuh kekurangan glukosa (Justitia, N. L., 2012).

Jumlah kandungan glukosa dalam plasma disebut dengan kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah yang normal adalah jika kadar glukosa darah puasa 70- 110 mg/dl dan kadar glukosa darah puasa rendah adalah < 55 mg/dl. Keadaan dimana kadar glukosa tubuh rendah disebut dengan hipoglikemia dan kadar glukosa darah tinggi disebut dengan hiperglikemia. Penyakit yang mempunyai karakteristik hiperglikemia adalah semua jenis DM karena terjadi gangguan pada homeostasis glukosa darah (Gaol, R. L., 2015).

Tubuh mempertahankan kadar glukosa darah agar tetap normal melalui suatu proses homeostasis. Glukagon dan insulin sangat berperan dalam homeostasis kadar glukosa darah. Glukagon menimbulkan dan merangsang glikogenolisis dengan mengaktifkan fosforilase sehingga cadangan energi yang disimpan dalam bentuk lemak dan glikogen kembali diubah menjadi glukosa saat tubuh mengalami kekurangan glukosa. Kerja insulin berlawanan dengan glukagon dalam menjaga homeostasis glukosa darah. Insulin mempunyai efek untuk meningkatkan penyerapan atau ambilan glukosa oleh sel-sel di jaringan adiposa, otot dan hati. Sekresi insulin dirangsang oleh keadaan glukosa darah yang tinggi (hiperglikemia) dalam tubuh (Widiyanto, 2013).

Homeostasis glukosa darah dapat terganggu karena organ yang berfungsi untuk mensekresi hormon-hormon yang berperan dalam homeostasis mengalami kerusakan sehingga tidak berfungsi optimal. Keadaan ini dapat menyebabkan kadar glukosa darah tinggi (Justitia, N. L., 2012).

8. Pemeriksaan Gula Darah 2 jam Postprandial

Menurut Depkes (2008) ada macam-macam pemeriksaan gula darah, salah satunya yaitu :

- a. Pemeriksaan gula darah dua jam setelah makan

Pemeriksaan bertujuan untuk mengetahui kadar gula darah dua jam setelah makan (postprandial) karena setelah mengkonsumsi makanan kadar gula darah mengalami peningkatan.

Tabel 1
Nilai kadar glukosa darah 2jam PP (mg/dL)

Kategori	Hipoglikemi	Normal	Hiperglikemi
Glukosa darah 2 jam postprandial (mg/dL)	110-144	145-179	>180

Sumber : PERKENI (2006)

Prosedur pemeriksaan yang dilakukan adalah pengambilan sampel darah kapiler dengan membersihkan ujung jari klien menggunakan kapas alcohol, menusuk ujung jari menggunakan jarum penusuk (lanet), aplikasikan setetes darah dengan strip pemeriksaan, tunggu hasil kurang lebih selama 6 detik kemudian hasil akan keluar dari glukometre tersebut. Membersihkan ujung jari klien dengan kapas alcohol. Dengan beginidapat diketahui hasil gula darah klien dalam batas normal atau tidak. Pemeriksaan ini dapat dilakukan untuk pengambilan gula darah sewaktu, gula darah puasa, ataupun gula darah dua jam setelah makan (Smeltzer & Bare, 2008).

9. Cara Mengukur Kadar Gula Darah

Menurut Haryono Rudi (2013) ada beberapa cara yang bisa dilakukan baik secara pribadi atau tes klinik antara lain:

a. Tes Darah

Bisa dilakukan di laboratorium yang diperiksa adalah darah saat puasa dan seteah makan. Sebelum melakukan pemeriksaan, harus berpuasa dahulu selama 12 jam. Kadar gula darah yang normal selama berpuasa antara 70 – 110 mg/dL. Kemudian, pengambilan darah akan dilakukan kembali 2 jam setelah makan, bila hasilnya >140 mg/dL berarti menderita kencing manis atau diabetes mellitus.

b. Tes Urine

Tes ini juga dilakukan di laboratorium atau klinik yang diperiksa air kencing atau urine yang dilihat seperti kadar albumin, gula dan mikroalbuminurea untuk mengetahui apakah seorang menderita penyakit diabetes atau tidak.

c. Glukometer

Tes ini dapat dilakukan di laboratorium yang diperiksa bisa gula darah sewaktu, gula darah puasa (puasa terlebih dahulu minimal selama 8 jam sebelum diperiksa) ataupun gula darah 2 jam setelah makan. Kadar gula darah sewaktu normalnya adalah < 110 mg/dL, gula darah puasa normalnya adalah antara 70 – 110 mg/dL, dan gula darah saat 2 jam setelah makan normalnya < 140 mg/dL. Tes ini juga bisa dilakukan sendiri di rumah jika mempunyai alatnya. Caranya antara lain dengan menusukkan jarum pada jari untuk menganbil sampel darah, kemudian sampel darah dimasukkan ke dalam celah yang tersedia pada mesin glucometer. Hasilnya tidak terlalu akurat, tetapi bisa digunakan untuk memantau gula bagi penderita agar apabila ada indikasi gula darah tinggi dapat segera melakukan pengecekan di laboratorium dan menghubungi dokter. Alat glukometer terkini sudah dirancang begitu mudah digunakan dan tidak menimbulkan rasa sakit pada saat mengambil sampel darah.

B. Konsep Dasar Latihan Otot

1. Pengertian latihan otot

Latihan otot merupakan salah satu prinsip dalam pelaksanaan penyakit Diabetes Melitus. Kegiatan fisik sehari-hari dan latihan otot teratur (3-4 kali seminggu selama kurang lebih 15-30 menit) merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan diabetes. Latihan otot yang dimaksud adalah sit up, squat, push up, berjalan, bersepeda santai, jogging, senam dan berenang. Latihan otot ini sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kesegaran jasmani (Fatriani, 2015).

Latihan otot akan mengubah senyawa glukosa dan lemak di jaringan dan pembuluh darah menjadi energy. Berdasarkan sifatnya latihan fisik dibagi atas

latihan aerobik dan anaerobic. Latihan aerobik adalah latihan fisik yang memerlukan oksigen, berperan dalam meningkatkan kemampuan jantung dan paru serta berlangsung dalam durasi lebih dari 120 detik dengan glukosa dan lemak sebagai sumber energy. Latihan anaerobic dilakukan dengan intensitas tinggi dan ditempuh dalam durasi singkat dengan sumber energy yang bersumber dari ATP-PC (*Adenosine Triphosphate-Phosphocreatine*) dan glukosa (Rumahorbo, H., 2014).

Latihan Jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik seperti sit up dan squat. Latihan ini dapat memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik seperti sit up, jalan kaki, bersepeda santai, squat, jogging, dan berenang.

Aktivitas fisik salah satunya latihan otot termasuk salah satu pilar dalam pengelolaan diabetes tipe 2, khususnya yang tidak mempunyai komplikasi nefropati. Latihan otot dilakukan secara teratur sebanyak 3-5 kali dalam seminggu selama 30-45 menit, dengan total 150 menit dalam seminggu (ADA 2016). Latihan otot yang dimaksud tidak termasuk kegiatan sehari-hari seperti melakukan pekerjaan rumah tangga, aktivitas dalam bekerja, meskipun penderita diabetes dianjurkan untuk tetap aktif setiap hari. Selain untuk menjaga kebugaran dan membantu dalam menjaga dan atau menurunkan berat badan, latihan otot yang teratur juga dapat memperbaiki tingkat sensitivitas kadar insulin sehingga bisa mendukung upaya pengendalian kadar gula darah (Perkeni 2015). Adapun aktivitas fisik/latihan jasmani yang dianjurkan yaitu olah raga yang termasuk kategori intensitas sedang seperti jalan cepat, renang, jogging, dan bersepeda santai (ADA 2016).

2. Fungsi dan Manfaat Latihan Otot

a. Fungsi latihan otot

- 1) Memperbanyak/memperbaiki sirkulasi darah
- 2) Memperkuat otot-otot kecil
- 3) Mencegah terjadinya kelainan
- 4) Meningkatkan kekuatan otot betis dan paha

- 5) Mengatasi keterbatasan gerak sendi
- 6) Meningkatkan kebugaran klien diabetes mellitus

b. Manfaat latihan otot

- 1) Menurunkan kadar glukosa darah dan mencegah kegemukan. Pada keadaan istirahat, metabolisme otot hanya sedikit membutuhkan glukosa sebagai sumber energi. Tetapi saat berolahraga, glukosa dan lemak merupakan sumber utamanya. Setelah berolahraga selama 10 menit, dibutuhkan glukosa 15 kalinya dibanding saat istirahat.
- 2) Membantu mengatasi terjadinya komplikasi (gangguan lipid darah atau pengendapan lemak di dalam darah, hiper koagulasi darah atau penggumpalan darah). (Widianti, Anggriyana Tri dan Atikah Proverawati., 2010).

3. Latihan Kekuatan (Resistance Training)

Resistance training adalah bentuk latihan fisik yang dirancang untuk meningkatkan kebugaran otot, kekuatan otot, dan daya ledak (power) dengan melatih otot atau kelompok otot melawan tahanan dari luar. Latihan kekuatan bisa dilakukan dengan berbagai cara yaitu:

- a. Beban Tubuh (Body Weight/Calesthenic) Adalah latihan kekuatan dengan menggunakan atau melawan beban tubuh sendiri. Contoh: push up, crunch, squat, deadlift dan sebagainya. Latihan ini sederhana tanpa memerlukan alat atau mesin khusus. Perkenaan otot dan sendi pada latihan ini lebih banyak (multiple joint).
- b. Beban bebas (free weight) Adalah latihan kekuatan dengan menggunakan beban bebas dengan alat-alat beban sederhana seperti dumbbell, barbell, atau rubber band.
- c. Beban Mesin (Weight Machine) Adalah latihan kekuatan dengan menggunakan alat atau mesin yang dirancang khusus untuk kelompok otot tertentu. Contoh: Chest Press Machine, Leg curl machine, Pectoral Machine dan lain sebagainya. Latihan ini melatih otot lebih spesifik.

4. Klasifikasi Aktivitas Fisik/ Latihan Otot pada Pasien Diabetes Melitus

Pasien DM cenderung memiliki aktivitas fisik ringan hingga sedang. Hal ini dibuktikan dengan beberapa hasil penelitian terkait aktivitas fisik pada pasien DM tipe 2. Penelitian yang dilakukan oleh Palermo, M. and Sandoval, M. A (2016) meneliti mengenai tingkat aktivitas fisik pada pasien DM tipe 2 didapatkan bahwa pasien DM tipe 2 sebanyak 64,4% memiliki aktivitas fisik sedang. Hasil penelitian tersebut juga menyatakan sebanyak 68,1% pasien DM tipe 2 kelompok usia tua berumur 60 tahun memiliki aktivitas fisik yang ringan daripada kelompok yang lebih muda.

Berdasarkan tingkat intensitasnya, aktivitas fisik dibagi menjadi aktivitas fisik ringan, sedang, dan berat. Aktivitas fisik berat adalah kegiatan yang terus menerus dilakukan minimal selama 10 menit sampai denyut nadi dan napas meningkat lebih dari biasanya, contohnya adalah menimba air, mendaki gunung, lari cepat, menebang pohon, mencangkul, dan lainnya. Sedangkan aktivitas fisik sedang apabila melakukan kegiatan fisik sedang seperti menyapu, mengepel, dan lainnya minimal lima hari atau lebih dengan durasi beraktivitas minimal 150 menit dalam satu minggu. Selain kriteria di atas maka termasuk aktivitas fisik ringan (WHO, 2016).

IPAQ mengukur aktivitas fisik yang dilakukan di seluruh domain lengkap meliputi : aktivitas fisik di waktu luang, aktivitas domestik dan berkebun, aktivitas fisik terkait kerja, aktivitas fisik terkait transportasi. Dalam IPAQ menanyakan tiga tipe spesifik aktivitas yang dilakukan di empat domain tersebut. Tipe aktivitas spesifik yang dinilai adalah berjalan, aktivitas intensitas sedang, dan aktivitas intensitas berat. Dalam setiap domain dibagi menjadi tiga intensitas, antara lain :

- a. Berjalan kaki baik di rumah ataupun tempat kerja atau aktivitas fisik intensitas ringan, ialah aktivitas yang membutuhkan tenaga fisik yang ringan dan tidak menyebabkan perubahan kecepatan pernapasan yang signifikan. Menurut Norton, K., Norton, L. and Sadgrove, D (2010) aktivitas fisik ringan meliputi membaca, aktivitas berbaring atau tidur yang sedikit bergerak, termasuk duduk bekerja di kantor, aktivitas melakukan pekerjaan rumah.

- b. Aktivitas fisik intensitas sedang, ialah aktivitas yang memerlukan tenaga fisik yang sedang dan membuat seseorang bernapas sedikit lebih cepat dari biasanya. Contohnya antara lain mengangkat beban ringan dan bersepeda dalam kecepatan reguler, beralan sejauh 3,5 – 4,0 mil/jam, sit up, squat, berenang, berkebun, bersepeda dengan kecepatan sedang. Durasi kegiatan ini antara 30 – 60 menit 1-2 kali dalam 7 hari/minggu (Norton, K., Norton, L. and Sadgrove, D., 2010).
- c. Aktivitas fisik intensitas berat, ialah aktivitas yang memerlukan tenaga fisik yang berat dan membuat seseorang bernapas lebih cepat dari biasanya. Contohnya antara lain mengangkat beban berat, aerobik, bersepeda cepat, berjalan cepat, naik turun tangga, memanjat, kegiatan olahraga yang membuat nafas terengah – engah seperti jogging, sepak bola, voli, dan basket, kompetisi tenis (Norton, K., Norton, L. and Sadgrove, D., 2010).

5. Rekomendasi Aktivitas Fisik/ Latihan Otot pada Pasien DM

World Health Organization (2016) telah merekomendasikan aktivitas fisik bagi pasien DM tipe 2 yaitu :

- a. Orang dewasa berusia 18-64 tahun sebaiknya melakukan setidaknya 150 menit aktivitas fisik dengan intensitas sedang sepanjang minggu, atau lakukan setidaknya 75 menit aktivitas fisik intensitas kuat sepanjang minggu, atau kombinasi antara intensitas sedang dan kuat. Untuk manfaat kesehatan tambahan, orang dewasa harus meningkatkan aktivitas fisik intensitas sedang hingga 300 menit per minggu dan aktivitas penguatan otot harus dilakukan dengan melibatkan kelompok otot utama selama 2 hari atau lebih dalam seminggu.
- b. Dewasa berusia 65 tahun keatas sebaiknya lakukan setidaknya 150 menit aktivitas fisik dengan intensitas sedang sepanjang minggu, atau setidaknya 75 menit aktivitas fisik intensitas kuat sepanjang minggu, atau kombinasi antara intensitas sedang dan intensitas kuat. Untuk manfaat kesehatan tambahan, mereka harus meningkatkan aktivitas fisik dengan intensitas sedang hingga 300 menit per minggu. Mereka yang

memiliki mobilitas buruk harus melakukan aktivitas fisik untuk meningkatkan keseimbangan dan mencegah jatuh, 3 hari atau lebih per minggu. Aktivitas penguatan otot harus dilakukan dengan melibatkan kelompok otot utama selama 2 hari atau lebih dalam seminggu. Intensitas berbagai bentuk aktivitas fisik bervariasi antar manusia. Agar bermanfaat bagi kesehatan semua aktivitas harus dilakukan dalam durasi minimal 10 menit dalam sehari. (WHO, 2016).

6. Aktivitas Fisik Lain yang Direkomendasikan Bagi Pasien DM

Jenis aktivitas fisik lainnya yang sebaiknya dilakukan pada pasien DM tipe 2 antara lain :

- a. Six Minutes Walking Test, merupakan aktivitas fisik yang sederhana, aman, murah, dan mudah dilaksanakan (Amanda, N., 2019).
- b. Jalan kaki ringan diabetik, merupakan aktivitas fisik ringan yang telah terbukti dapat menurunkan serta mengontrol kadar gula darah pada pasien DM (Siddiqi, M. F. and Sumarliyah, E., 2014).
- c. Therapeutic Exercise Walking, adalah merupakan salah satu aktivitas fisik yang dapat meningkatkan sirkulasi darah karena latihan ini menyebabkan pembuluh darah banyak yang terbuka dan meningkatkan kapasitas oksidatif otot (Amandea et al., 2016).

C. Pengaruh Latihan Otot Terhadap Kadar Glukosa Darah

Diabetes dapat menurunkan fungsi fisik oleh karena adanya komplikasi jangka panjang yang timbul, karena penyakitnya sendiri, dan kondisi kesehatan yang berkaitan dengan DM. Gangguan ketajaman penglihatan, gangguan ginjal, penyakit jantung, gangguan ereksi, nyeri karena neuropati perifer, risiko amputasi, kerusakan syaraf otonom akan sangat menurunkan kualitas hidup pasien, karena secara langsung ataupun tidak langsung akan membatasi aktifitas fisik pasien (Syaputri, 2019).

Diabetes dapat diatasi dengan berolah raga seperti latihan otot untuk menekan kadar gulanya. Pada diabetes melitus tipe 2 olah raga gula darah diabetesi. Olah raga secara teratur dapat mengurangi resistensi insulin sehingga

insulin dapat digunakan dengan lebih baik oleh sel-sel tubuh dan dosisnya dapat diturunkan (Isrofah., Nurhayati., Angkasa,P., 2015).

Olahraga (sport) merupakan serangkaian aktifitas fisik yang dilakukan secara terstruktur dengan berpedoman pada aturan-aturan atau kaidah-kaidah tertentu tetapi tidak terikat pada intensitas dan waktunya. Contohnya dari segi prestasi : olahraga prestasi dan non-prestasi, sedangkan dari segi kontak badan : kontak penuh, kontak sebagian dan no kontak. Misalnya olahraga sepakbola, olahraga karate, olahraga bolabasket, dsb.

Secara fisiologis latihan jasmani dapat meningkatkan penggunaan glukosa oleh otot dibandingkan dengan pelepasan glukosa hepar selama latihan jasmani. Meskipun glukosa darah menurun secara bermakna, namun kadar glukosa darah tersebut tetap lebih tinggi dari normal sehingga tidak ada penderita DM yang mengalami hipoglikemia. Dengan kata lain, dapat disimpulkan bahwa latihan jasmani akut pun dapat menurunkan glukosa darah pada penderita DM Tipe II (Fauzi. L., Anggorowati. L., 2013).

Penurunan kadar gula darah setelah dilakukan relaksasi otot progresif dikarenakan latihan relaksasi otot progresif akan menghambat jalur umpan balik stress dan membuat tubuh pasien rileks. Sistem parasimpatis akan mendominasi pada keadaan seseorang yang rileks dimana beberapa efek yang ditimbulkan adalah menurunkan kecepatan kontraksi jantung dan merangsang sekresi hormon insulin. Dominasi system saraf parasimpatis akan merangsang hipotalamus untuk menurunkan sekresi corticotrophin releasing hormone (CRH). Penurunan CRH akan mempengaruhi adenohipofisis untuk mengurangi sekresi hormonadenokortikotropik (ACTH). Keadaan ini dapat menghambat korteks adrenal untuk melepaskan hormone kortisol. Penurunan hormon kortisol akan menghambat proses glukoneogenesis dan meningkatkan pemakaian glukosa oleh sel, sehingga kadar gula darah yang tinggi akan menurun dan kembali dalam batas normal (Guyton & Hall, 2007 dalam Dafianto, 2016).

Latihan relaksasi otot progresif mempunyai manfaat langsung secara fisiologis maupun psikologis. Relaksasi dapat menenangkan sistem syaraf sehingga membuat tubuh penderita menjadi rileks. Manfaat relaksasi bagi

penderita DM tipe II begitu penting dengan mempertimbangkan tekanan fisik dan psikologis yang dialami penderita. Relaksasi membuat tubuh melepaskan hormon endorphin yang dapat menenangkan sistem syaraf. Tubuh yang rileks membuat stress yang dihadapi penderita menurun sehingga produksi hormon stress yang umumnya meningkatkan kadar glukosa darah menjadi berkurang (Gubitosi-Klug, 2014).

Manfaat lain dari latihan relaksasi otot progresif adalah meningkatkan sirkulasi darah. Meningkatnya sirkulasi darah akan membantu proses penyerapan dan pembuangan sisa-sisa metabolisme dari dalam jaringan serta memperlancar distribusi nutrisi. Peningkatan sirkulasi memungkinkan penyerapan lebih efisien insulin oleh sel-sel karena sirkulasi darah penderita DM sering terganggu karena efek dari peningkatan kadar gula darah pada sel-sel tubuh (Thomson, 2012).

Latihan kekuatan direkomendasikan dilakukan minimal 2 sesi per minggu namun akan lebih baik jika dilakukan 3 sesi per minggu. Latihan ini merupakan bagian dari program latihan fisik untuk penyandang DM tipe 2 yang dilakukan bersamaan dengan latihan aerobik. Intensitas yang disarankan yaitu intensitas sedang yang mencapai 70% denyut nadi maksimal agar mendapatkan manfaat yang optimal dalam meningkatkan aktifitas insulin. Dalam satu sesi latihan ketahanan minimal meliputi 5-10 gerakan latihan yang melibatkan kelompok otot utama. Dalam satu gerakan latihan dilakukan pengulangan 10-15 kali (1 set) di awal latihan, kemudian berat beban dapat ditingkatkan seiring berjalannya waktu. Agar kekuatan otot dapat meningkat secara optimal maka latihan ketahanan dapat dilakukan minimal 3-4 set atau mendekati kelelahan. Jenis latihan ini antara lain dumb bells dan barbell (Balducci, 2014).

Disamping itu kontraksi otot juga dapat merangsang masuknya glucose transporter-4 (GLUT 4) ke membran plasma sel otot yang aktif walaupun dalam kondisi tidak ada insulin. GLUT 4 merupakan senyawa asam amino yang sangat banyak terdapat dalam jaringan yang akan menyerap glukosa dari darah. Pengaruh latihan fisik ini akan bertahan selama 24-72 jam, oleh sebab itu latihan secara teratur penting untuk meningkatkan sensitivitas insulin jangka panjang (Duclos et al, 2013). Pengaruh yang ditimbulkan dari latihan fisik tidak selalu

sama pada setiap individu terhadap penurunan kadar glukosa darah, tergantung kepada intensitas, durasi, jenis dan frekuensi latihan (Trisna & Musiana, 2018). Disamping itu kadar glukosa darah penyandang DM tipe 2 juga dipengaruhi oleh hal-hal lain seperti tingkat stres, obesitas, asupan makanan, jenis pengobatan, aktifitas fisik, lamanya menderita diabetes dan penyakit penyerta (Bazaef, 2013; Harris, 2018; Kakade, 2018; Khattab et al, 2010).

Studi yang dilakukan Richter dan Hargreaves pada tahun 2013 menyatakan bahwa kontraksi otot dapat memicu penyisipan GLUT-4 ke membran plasma sel otot yang aktif. Selama latihan fisik, peningkatan terkoordinasi di aliran darah otot rangka, perekrutan kapiler, translokasi GLUT-4 ke sarkolema dan tubulus-T, dan metabolisme semuanya penting untuk penyerapan glukosa dan oksidasi. Translokasi GLUT-4 ke sarkolema dan tubulus-T merupakan dasar untuk penyerapan glukosa otot rangka dan termasuk pengambilan GLUT-4 dari situs penyimpanan intraseluler. Untuk penyerapan glukosa selama latihan tergantung pada kondisi latihan yang ditentukan terutama oleh intensitas dan durasi latihan.