

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Diabetes Mellitus Tipe 2

1. Pengertian Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes Mellitus (DM) merupakan sesuatu kelompok penyakit metabolik dengan ciri hiperglikemia yang terjalin sebab kelainan sekresi insulin, kerja insulin ataupun kedua-duanya. Kenaikan kadar gula darah disebut dengan hiperglikemia yang dapat menimbulkan komplikasi akut dan kronis pada jaringan dan organ tubuh (Fandinata & Ernawati, 2020). Diabetes Mellitus adalah istilah kolektif untuk sekelompok gangguan metabolisme yang diakibatkan oleh hiperglikemia kronis. Penyebabnya adalah gangguan sekresi insulin, penurunan sekresi insulin atau resistensi insulin, atau biasanya keduanya dengan tingkat yang berbeda-beda (Pleus et al., 2024).

DM tipe 2 ditandai dengan resistensi insulin perifer dan penurunan produksi insulin, disertai dengan inflamasi kronik derajat rendah pada jaringan perifer seperti adiposa, hepar dan otot. Beberapa dekade terakhir, terbukti bahwa adanya hubungan antara obesitas dan resistensi insulin terhadap inflamasi. Hal tersebut menggambarkan peran penting inflamasi terhadap patogenesis DM tipe 2, yang dianggap sebagai kelainan imun (*immune disorder*). Kelainan metabolik lain yang berkaitan dengan inflamasi juga banyak terjadi pada DM tipe 2 (Soelistijo, 2021).

Dari beberapa pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa Diabetes Mellitus tipe 2 adalah penyakit gangguan metabolik yang ditandai dengan kenaikan gula darah akibat dari penurunan sekresi hormon insulin oleh sel beta yang berada di dalam pankreas dan juga akibat gangguan fungsi insulin.

2. Etiologi Diabetes Mellitus Tipe 2

Penyebab diabetes melitus yaitu gabungan dari faktor genetik dan faktor lingkungan, dimana terjadinya abnormalitas matabolik yang mengganggu sekresi atau kerja insulin sehingga terjadinya ketidakseimbangan

kadar glukosa dalam darah. Diabetes tipe 2 terjadi karena resistensi insulin (Soelistijo, 2021). Faktor genetik juga memiliki peranan dalam proses terjadinya resistensi insulin yang ditandai dengan kelainan dalam sekresi insulin maupun dalam kerja insulin. Pada pasien diabetes melitus tipe 2 terdapat kelainan dalam pengikatan insulin dengan reseptor. Hal ini dapat disebabkan oleh berkurangnya jumlah tempat reseptor yang responsif insulin pada membran sel. Akibatnya terjadinya penggabungan abnormal antara kompleks reseptor insulin dengan sistem transportasi glukosa. Kadar glukosa normal dapat dipertahankan dalam waktu yang cukup lama dan meningkatkan sekresi insulin, tetapi pada akhirnya sekresi insulin yang beredar tidak lagi memadai untuk mempertahankan euglikemia (Pleus et al., 2024).

Selain itu ditemukan beberapa faktor resiko Diabetes Mellitus seperti faktor resiko yang bisa diubah seperti faktor sosial dan ekonomi, lingkungan dan gizi serta faktor resiko yang tidak bisa diubah seperti genetik. Diabetes Mellitus tipe 2 ini adalah hasil interaksi dari faktor genetik dan keterpaparan dari lingkungan. Faktor genetik ini yang menentukan suatu individu yang akan rentan terkena penyakit Diabetes Mellitus ini, sedangkan faktor lingkungan disini yang berkaitan dengan faktor utama yaitu kegemukan serta kurangnya aktivitas fisik. Kedua faktor ini yaitu kegemukan dan kurangnya aktivitas fisik kelak jika bisa dikendalikan bisa memberikan hasil yang sangat efektif terhadap pengendalian pada DM (Hamzah et al., 2021).

3. Patofisiologi Diabetes Mellitus Tipe 2

Diabetes Mellitus tipe 2 bukan disebabkan oleh kurangnya sekresi insulin, namun karena sel sel sasaran insulin gagal atau tidak mampu merespon insulin secara normal. Keadaan ini lazim disebut sebagai resistensi insulin. Resistensi insulin banyak terjadi akibat dari obesitas dan kurangnya aktivitas fisik serta penuaan. Pada penderita Diabetes Mellitus tipe 2 dapat juga terjadi produksi glukosa hepatic yang berlebihan namun tidak terjadi pengrusakan sel-sel B langerhans secara autoimun seperti Diabetes Mellitus tipe 2. Defisiensi

fungsi insulin pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 hanya bersifat relatif dan tidak absolut (Fandinata & Ernawati, 2020).

Pada awal perkembangan Diabetes Melitus tipe 2, sel B menunjukkan gangguan pada sekresi insulin fase pertama, artinya sekresi insulin gagal mengkompensasi resistensi insulin. Apabila tidak ditangani dengan baik, Pada perkembangan selanjutnya akan terjadi kerusakan sel-sel B pankreas. Kerusakan sel-sel B pankreas akan terjadi secara progresif seringkali akan menyebabkan defisiensi insulin, sehingga akhirnya penderita memerlukan insulin eksogen. Pada penderita diabetes melitus tipe 2 memang umumnya ditemukan kedua faktor tersebut, yaitu resistensi insulin dan defisiensi insulin (Fandinata & Ernawati, 2020).

4. Manifestasi Klinik Diabetes Mellitus Tipe 2

Seseorang dapat dikatakan menderita Diabetes Mellitus apabila menderita dua dari empat gejala yaitu (Tobroni et al., 2021):

- a. Keluhan TRIAS: polidipsi, poliuri dan penurunan berat badan.
- b. Kadar glukosa darah pada waktu puasa lebih dari 126 mg/dl.
- c. Kadar glukosa darah dua jam sesudah makan lebih dari 200 mg/dl.
- d. Nilai HbA1c $\geq 6,5\%$.

Menurut PERKENI, gejala diabetes melitus dibedakan menjadi 2 yaitu akut dan kronik:

- a. Gejala akut diabetes melitus yaitu:
 - 1) Poliphagia (banyak makan)
 - 2) Polidipsia (banyak minum)
 - 3) Poliuria (banyak kencing atau sering kencing di malam hari)
 - 4) Nafsu makan bertambah namun berat badan turun secara cepat yaitu antara (5-10 kg dalam waktu 2-4 minggu) dan mudah lelah.
- b. Sedangkan gejala kronik diabetes melitus yaitu:
 - 1) Sering kesemutan
 - 2) Kulit terasa panas atau seperti tertusuk-tusuk jarum

- 3) Rasa kebas di kulit
- 4) Sering kram
- 5) Mudah mengantuk
- 6) Kelelahan
- 7) Pandangan mulai kabur
- 8) Gigi mudah goyah dan mudah lepas
- 9) Kemampuan seksual menurun bahkan pada pria bisa terjadi impotensi
- 10) Pada ibu hamil sering terjadi keguguran atau kematian janin dalam kandungan atau berat bayi lahir lebih dari 4 kg atau 4000 gram (Soelistijo, 2021).

5. Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Tipe 2

Penatalaksanaan DM dimulai dengan menerapkan pola hidup sehat (terapi nutrisi medis dan aktivitas fisik) bersamaan dengan intervensi farmakologis dengan obat anti hiperglikemia secara oral dan/atau suntikan. Obat anti hiperglikemia oral dapat diberikan sebagai terapi tunggal atau kombinasi. Pada keadaan emergensi dengan dekompensasi metabolik berat, misalnya ketoasidosis, stres berat, berat badan yang menurun dengan cepat, atau adanya ketonuria, harus segera dirujuk ke pelayanan kesehatan sekunder atau tersier. Pengetahuan tentang pemantauan mandiri, tanda dan gejala hipoglikemia dan cara mengatasinya harus diberikan kepada pasien. Pengetahuan tentang pemantauan mandiri tersebut dapat dilakukan setelah mendapat pelatihan khusus (Soelistijo, 2021).

Penatalaksanaan diabetes melitus dapat dilakukan dengan empat pilar yaitu (Ramadhani et al., 2024):

a. Edukasi

Edukasi merupakan salah satu penatalaksanaan yang dapat dilakukan dengan tujuan agar pasien dapat mengontrol kadar gula darah, meningkatkan kemampuan merawat diri, serta mengurangi risiko dan komplikasi yang dapat dialami penderita DM. Edukasi dapat dilakukan dengan cara memberikan pemahaman kepada penderita DM tentang

proses perjalanan penyakit, pengendalian penyakit, komplikasi yang dapat timbul, pentingnya latihan fisik secara teratur, pentingnya mentaati aturan makan yang telah dianjurkan, dan menggunakan fasilitas pelayanan kesehatan.

b. Terapi nutrisi

Terapi nutrisi atau diet DM adalah aturan pola makan dalam hal porsi serta gizi yang terkandung didalam makanan. Diet merupakan salah satu cara gaya hidup yang lebih sehat melalui pengendalian jenis dan jumlah makanan untuk mempertahankan kesehatan, memperbaiki komposisi tubuh, mempertahankan status gizi optimal, serta membantu dalam pencegahan dan pengobatan penyakit. Jumlah kalori disesuaikan dengan status gizi, umur, kegiatan jasmani untuk mencapai dan mempertahankan berat badan ideal.

c. Aktivitas fisik

Latihan fisik merupakan salah satu pilar dalam pengelolaan DM tipe 2. Program latihan fisik secara teratur dilakukan 3 - 5 hari seminggu selama sekitar 30 - 45 menit, dengan total 150 menit per minggu, dengan jeda antar latihan tidak lebih dari 2 hari berturut-turut. Kegiatan sehari-hari atau aktivitas sehari-hari bukan termasuk dalam latihan fisik. Latihan fisik selain untuk menjaga kebugaran juga dapat menurunkan berat badan dan memperbaiki sensitivitas insulin, sehingga akan memperbaiki kendali glukosa darah. Latihan fisik yang dianjurkan berupa latihan fisik yang bersifat aerobik dengan intensitas sedang (50-70% denyut jantung maksimal) seperti jalan cepat, senam diabetes, senam kaki diabetik, bersepeda santai, jogging, dan berenang. Pemeriksaan glukosa darah dianjurkan sebelum latihan fisik. Pasien dengan kadar glukosa darah < 100 mg/dL harus mengkonsumsi karbohidrat terlebih dahulu dan bila > 250 mg/dL dianjurkan untuk menunda latihan fisik. Pasien diabetes asimtomatik tidak diperlukan pemeriksaan medis khusus sebelum memulai aktivitas fisik intensitas ringan-sedang, seperti berjalan cepat. Subyek yang akan melakukan latihan intensitas tinggi atau memiliki

kriteria risiko tinggi harus dilakukan pemeriksaan medis dan uji latih sebelum latihan fisik (Soelistijo, 2021).

d. Farmakologi

Selain edukasi, terapi nutrisi, dan aktifitas fisik, terapi farmakologi juga diperlukan. Terapi farmakologis dapat berupa obat oral dan suntikan. Berdasarkan cara kerjanya, obat antihiperglikemia oral dibagi menjadi beberapa golongan diantaranya pemacu sekresi insulin contohnya sulfonilurea dan glinid, peningkat sensitivitas terhadap insulin contohnya metformin dan tiazolidindion, penghambat alfa glukosidase contohnya acarbose, penghambat enzim Dipeptidil Peptidase-4 (DPP-4) contohnya vildagliptin, alogliptin, serta penghambat enzim Sodium Glucose co-Transporter 2 (SGLT-2) contohnya canagliflozin, dapagliflozin.

B. Konsep Kadar Glukosa Darah

1. Pengertian Kadar Glukosa Darah

Glukosa adalah sumber utama energi bagi tubuh manusia, yang diubah menjadi glikogen melalui proses glikolisis secara bersamaan (Syahrizal & Puspita, 2020). Kadar glukosa darah merujuk pada tingkat glukosa yang terdapat dalam darah. Konsentrasi gula darah atau kadar glukosa serum dijaga dengan sangat ketat oleh tubuh (Lubis, 2021). Kadar gula darah berasal dari pengolahan karbohidrat dalam makanan, yang disimpan sebagai glikogen di otot rangka dan hati. Penting untuk menjaga kadar gula darah tetap dalam rentang normal agar tubuh terhindar dari masalah kesehatan (Simanjuntak & Simamora, 2020).

Berdasarkan pemaparan di atas dapat disimpulkan kadar glukosa adalah tingkat glukosa dalam darah yang diatur ketat oleh tubuh, berasal dari pengolahan karbohidrat dalam makanan yang disimpan sebagai glikogen di otot dan hati, serta penting untuk dijaga dalam rentang normal agar tubuh terhindar dari gangguan kesehatan.

2. Nilai Normal Kadar Glukosa Darah Berdasarkan Metode Pengukuran

Beberapa nilai normal berdasarkan metode pengukuran kadar glukosa darah yang dapat dilakukan yaitu (Malisa et al., 2022; Pleus et al., 2024):

a. Glukosa darah puasa

Pemeriksaan GDP dilakukan ketika klien tidak makan selain minum air putih kurang lebih selama 8 hingga 12 jam. Sampel darah menunjukkan kadar glukosa yang diproduksi di hati. Hasil pemeriksaan glukosa darah puasa yaitu $\leq 7,0$ mmol/l atau ≤ 126 mg/dl.

b. Glukosa darah sewaktu

Sampel GDS diambil sewaktu-waktu tanpa perpuasa. Peningkatan kadar glukosa darah dapat terjadi setelah makan, atau dalam keadaan stress. Konsentrasi glukosa darah sewaktu memiliki nilai normal $\leq 11,1$ mmol/l atau ≤ 200 mg/dl.

c. Glukosa Darah Post Prandial (GDPP)

Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam, sementara pemeriksaan 2 jam setelah makan dilakukan dua jam setelah pasien selesai makan. Pemeriksaan GDPP dilakukan dua jam setelah makan karena menunjukkan efisiensi ambilan glukosa yang diperantai insulin oleh jaringan perifer. Kadar glukosa darah akan kembali ke kadar glukosa puasa dalam 2 jam. Nilai normal GDPP adalah $\leq 11,1$ mmol/l atau ≤ 200 mg/dl).

d. Hemoglobin Glikosilase (HbA1C)

Secara normal glukosa melekat dengan sendirinya pada molekul hemoglobin dalam sel darah merah dan tidak dapat dipisahkan. A1C merupakan kadar glukosa darah yang diukur lebih dari tiga bulan sebelumnya. Pemeriksaan HbA1C bertujuan untuk mengevaluasi pengendalian glikemia jangka panjang dengan nilai yang direkomendasikan oleh *American Diabetes Association* (ADA) dibawah 7%. Nilai HbA1c ≤ 48 mmol/mol hemoglobin (Hb) ($\leq 6,5\%$).

Sementara PERKENI (2021) menetapkan klasifikasi diabetes mellitus berdasarkan tes laboratorium darah yaitu sebagai berikut (Soelistijo et al., 2021):

Tabel 2.1 Klasifikasi Diabetes Mellitus

Klasifikasi	HbA1c (%)	GDP (mg/dL)	Glukosa plasma 2 jam setelah TTGO (mg/dL)
Diabetes	$\geq 6,5$	≥ 126	≥ 200
Pre-diabetes	5,7-6,4	100-125	140-199
Normal	$< 5,7$	70-99	70-139

C. Konsep Senam Diabetes

1. Pengertian Senam Diabetes

Senam diabetes adalah jenis olahraga yang disesuaikan dengan usia dan kondisi fisik, serta merupakan bagian dari perawatan diabetes mellitus (DM). Senam diabetes dirancang dan diciptakan oleh tim ahli spesialis rehabilitasi medis, penyakit dalam, olahraga kesehatan, serta ahli gizi dan sanggar senam. Gerakan-gerakan senam dibuat energik, tetapi tidak menghentak seperti senam kesegaran jasmani (SKJ). Tetapi senam diabetes juga tidak *low impact* seperti pada senam lansia. Walaupun gerakan senam diabetes tidak *high impact*, tetapi gerakan senam ini dapat membakar kalori tubuh (Setiawan, 2021).

Banyak variasi gerakan dalam senam diabetes ini, gerakan senam diabetes dapat mengolah semua organ tubuh manusia, mulai otak hingga ujung kaki, karena dampak penyakit Diabetes Mellitus ini menyerang seluruh tubuh. Gerakan-gerakan senam yang bervariasi memungkinkan otak bekerja untuk bisa menghafalnya, membiasakan otak bekerja akan mengingatkan daya ingat dan memperkuat konsentrasi. Senam diabetes tidak hanya diperuntukan bagi penderita diabetes saja tetapi juga bisa dilakukan oleh orang yang belum menjadi penderita diabetes (kondisi prediabetes), tujuannya untuk mencegah tidak terkena Diabetes Mellitus (Setiawan, 2021). Diketahui senam diabetes juga dapat membantu mengurangi stres dan kecemasan, meningkatkan stamina, serta menjaga berat badan. Untuk orang dewasa, senam diabetes yang disarankan adalah minimal 30 menit, 2-4 kali dalam seminggu, sementara bagi anak-anak dan remaja disarankan selama 60 menit (Lubis, 2021).

Dari pemaparan di atas dapat disimpulkan bahwa senam diabetes merupakan olahraga yang disesuaikan dengan usia dan kondisi fisik, yang membantu mengurangi stres, meningkatkan stamina, dan menjaga berat badan, dengan durasi yang disarankan 30 menit 3-4 kali seminggu untuk dewasa dan 60 menit untuk anak-anak serta remaja.

2. Manfaat Senam Diabetes

Senam diabetes memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar gula darah pada pasien diabetes mellitus (DM) (Ginanjari et al., 2022). Seseorang yang menderita Diabetes Mellitus saat berolahraga, maka otot akan berkontraksi dan kemudian relaksasi, yang menyebabkan gula digunakan atau dibakar sebagai energi. Gula darah akan dipindahkan ke otot selama dan setelah berolahraga, sehingga kadar gula darah menurun (Tandra, 2017). Selain itu, dengan melakukan senam diabetes maka dapat meningkatkan sensitivitas insulin, yang membantu insulin bekerja lebih efektif dalam memfasilitasi masuknya gula ke dalam sel (Fitriani & Fadilla, 2020). Senam yang dilakukan penderita Diabetes Mellitus memiliki manfaat seperti menurunkan kadar gula darah dan mencegah obesitas, dengan membakar kalori tubuh sehingga glukosa darah digunakan untuk energi dan kadar gula darah pun berkurang (Damayanti, 2015).

Senam diabetes tidak hanya bermanfaat untuk mengurangi lemak di sekitar perut dan menurunkan berat badan, tetapi juga efektif dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan mengatur kadar gula darah. Pada dasarnya, olahraga untuk penderita diabetes tidak berbeda dengan olahraga bagi orang sehat, baik bagi yang baru terkena diabetes maupun yang sudah lama mengidapnya. Tujuan olahraga adalah membakar kalori tubuh sehingga glukosa darah digunakan sebagai energi dan kadar gula darah menurun (Windartik et al., 2016).

3. Indikasi dan Kontra Indikasi Senam Diabetes

Indikasi dilakukannya senam diabetes yaitu sebagai berikut (Setiawan, 2021):

- a. Penderita DM terutama yang stabil secara medis.
- b. Pasien dengan kadar gula darah terkontrol (biasanya GDP 100–250 mg/dL, tergantung saran dokter).
- c. Penderita DM yang tidak memiliki komplikasi berat, seperti gangguan kardiovaskular berat atau retinopati proliferasi aktif.
- d. Pasien dengan mobilitas cukup baik (tidak ada gangguan gerak berat).
- e. Lansia dengan DM yang masih mampu melakukan aktivitas fisik ringan hingga sedang.
- f. Pasien DM yang memerlukan penurunan berat badan.
- g. Penderita DM yang butuh meningkatkan sensitivitas insulin secara alami.
- h. Pasien dengan risiko hiperglikemia yang tidak terkontrol hanya dengan diet atau obat oral.

Sementara kontra indikasi dilakukannya senam diabetes yaitu sebagai berikut :

- a. Kadar gula darah terlalu tinggi ($> 250\text{--}300$ mg/dL) disertai ketonuria (karena risiko ketoasidosis).
- b. Hipoglikemia (< 70 mg/dL).
- c. Komplikasi akut, misalnya infeksi berat, demam tinggi, atau gangren.
- d. Retinopati proliferasi aktif dapat menyebabkan risiko ablasi retina akibat tekanan intrakranial/tekanan intraokular naik.
- e. Gangguan jantung serius, misalnya gagal jantung dekompensasi, aritmia berat, atau angina tidak stabil.
- f. Neuropati berat yang menyebabkan gangguan keseimbangan atau risiko jatuh.
- g. Luka kaki diabetes yang belum sembuh.
- h. Hipertensi tidak terkontrol berat (misalnya tekanan darah $>180/110$ mmHg).

4. Prosedur Senam Diabetes

Senam diabetes yang dilakukan mengacu pada senam diabetes seri 5 oleh Persatuan Diabetes Indonesia (Persadia). Berikut merupakan tahap senam diabetes seri 5 (Damayanti, 2015):

a. Pemanasan (*warming up*)

Kegiatan ini dilakukan sebelum memasuki kegiatan inti yang bertujuan untuk mempersiapkan berbagai sistem tubuh, seperti menaikkan suhu tubuh, menaikkan denyut nadi hingga mendekati intensitas latihan. Pemanasan juga bertujuan untuk menghindari cedera akibat latihan. Pemanasan dilakukan cukup 5-10 menit.

b. Latihan inti (*conditioning*)

Pada tahap ini dilakukan 30-40 menit di usahakan denyut nadi mencapai target *heart rate* agar latihan bermanfaat. Sebaliknya jika denyut nadi melebihi target *heart rate* dapat menimbulkan efek yang tidak diinginkan.

c. Pendinginan (*colling down*)

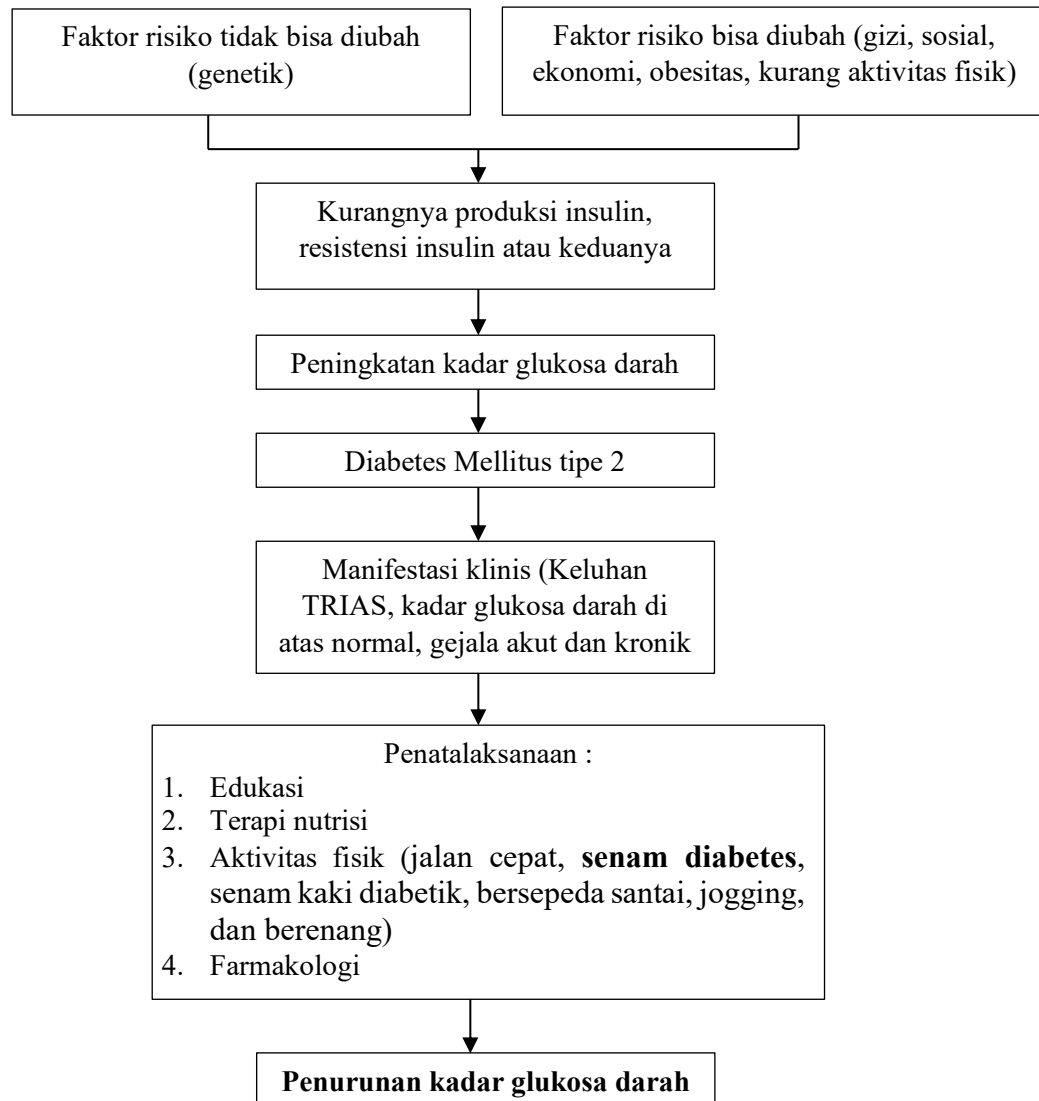
Pendinginan dilakukan untuk mencegah terjadinya penimbunan asam laktat yang dapat menimbulkan nyeri otot setelah melakukan latihan atau pusing akibat masih terkumpulnya darah pada otot yang aktif. Pendinginan dilakukan 5-10 menit hingga denyut nadi mendekati denyut nadi istirahat. Bila latihan dilakukan berupa jogging maka pendinginan yang dilakukan sebaiknya tetap jalan-jalan untuk beberapa menit. Bila latihan berupa bersepeda, tetap mengayuh sepeda tanpa beban.

d. Peregangan (*streching*)

Tahap ini bertujuan untuk melemaskan dan melenturkan otot-otot yang masih teregang dan menjadi lebih elastis. Tahap ini lebih bermanfaat bagi penderita DM usia lanjut.

Penjelasan terkait dengan tahapan senam diabetes disajikan dalam Standar Operasional Prosedur (SOP) di lampiran.

D. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : Pleus, *et al.* (2024); Hamzah, *et al.* (2021); Tobroni, *et al.* (2021);
Ramadhani, *et al.* (2024)