

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi

Menurut *American Diabetes Association* (ADA, 2023), diabetes melitus adalah suatu kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa dalam darah (hiperglikemia) akibat kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Kondisi ini menyebabkan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang bersifat kronis dan dapat menimbulkan berbagai komplikasi pada organ tubuh, seperti mata, ginjal, saraf, dan jantung.

WHO (2024) mendefinisikan diabetes melitus sebagai suatu penyakit kronis yang terjadi ketika pankreas tidak dapat memproduksi cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat secara efektif menggunakan insulin yang dihasilkannya. Akibatnya, kadar gula dalam darah meningkat dan menimbulkan gangguan serius pada sistem organ tubuh dalam jangka panjang.

Menurut Kemenkes (2022), diabetes melitus merupakan gangguan metabolisme yang kompleks dan heterogen, ditandai oleh defisiensi insulin relatif atau absolut, yang menyebabkan gangguan pemanfaatan glukosa oleh sel-sel tubuh dan peningkatan kadar glukosa dalam darah. Gangguan ini dapat muncul karena faktor genetik, lingkungan, maupun gaya hidup yang tidak sehat.

Menurut Febrinasari et al. (2020), diabetes melitus merupakan penyakit kronis akibat ketidakseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan insulin di dalam tubuh, yang mengakibatkan hiperglikemia serta gangguan metabolisme energi. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan progresif pada pembuluh darah, saraf, dan organ vital lainnya.

Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa diabetes mellitus adalah suatu penyakit metabolik kronis yang ditandai oleh meningkatnya kadar glukosa darah (hiperglikemia) akibat gangguan produksi atau kerja insulin, yang menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Penyakit ini bersifat progresif, memerlukan pengelolaan jangka panjang, dan bila tidak dikontrol dapat menimbulkan komplikasi serius pada berbagai organ tubuh.

2. Etiologi

Diabetes mellitus tipe II merupakan bentuk diabetes yang paling banyak ditemukan di masyarakat, terutama pada orang dewasa dan lanjut usia. Penyakit ini ditandai oleh hiperglikemia kronis akibat resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin relatif oleh pankreas. Berbeda dengan DM tipe I yang disebabkan oleh kerusakan autoimun pada sel beta pankreas, etiologi DM tipe II lebih kompleks karena melibatkan interaksi multifaktorial antara faktor genetik, lingkungan, dan gaya hidup (Suryanti dkk., 2025).

Menurut Silalahi et al. (2024), sampai saat ini penyebab pasti dibalik orang yang menderita diabetes melitus tipe II belum diketahui secara jelas. Lebih lanjut Silalahi et al. (2024) menjelaskan secara umum etiologi diabetes mellitus tipe II sebagai berikut:

a. Faktor Genetik (Keturunan)

Faktor genetik memiliki pengaruh terhadap terjadinya diabetes mellitus tipe II. Seseorang yang memiliki riwayat keluarga dengan diabetes melitus memiliki risiko dua hingga enam kali lebih tinggi untuk mengalami penyakit yang sama. Penelitian Yoshino et al. (2024) menunjukkan bahwa terdapat *polimorfisme* genetik yang berperan dalam menurunkan sensitivitas insulin atau menghambat sekresi insulin oleh sel beta pankreas. Gen TCF7L2 (*Transcription Factor 7-Like 2*) dan PPARG (*Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma*) diketahui berhubungan erat dengan peningkatan risiko diabetes melitus tipe II.

b. Resistensi Insulin

Resistensi insulin merupakan faktor patofisiologi utama pada DM tipe II. Kondisi ini terjadi ketika sel-sel tubuh (terutama otot, hati, dan jaringan lemak) tidak mampu merespons insulin secara efektif, sehingga glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel dan menumpuk di dalam darah. Sebagai kompensasi, pankreas akan meningkatkan produksi insulin (*hiperinsulinemia*). Namun, dalam jangka panjang, sel beta pankreas mengalami kelelahan dan tidak mampu lagi mempertahankan produksi insulin yang memadai. Resistensi insulin

biasanya dipicu oleh obesitas sentral (lemak di area perut), karena jaringan lemak tersebut menghasilkan berbagai zat inflamasi seperti TNF- α , IL-6, dan resistin yang mengganggu kerja reseptor insulin di permukaan sel.

c. Gangguan Fungsi Sel Beta Pankreas

Selain resistensi insulin, disfungsi sel beta pankreas juga menjadi penyebab penting diabetes mellitus tipe II. Pada tahap awal, pankreas berusaha mengimbangi resistensi insulin dengan meningkatkan sekresi insulin. Namun, seiring waktu, sel beta mengalami stres metabolik akibat kadar glukosa dan asam lemak yang tinggi (*glukolipotoksitas*), sehingga fungsinya menurun. Penurunan kemampuan sekresi insulin ini menyebabkan kadar glukosa darah meningkat terus-menerus. Beberapa faktor seperti inflamasi kronis, stres oksidatif, dan penumpukan amiloid pada pankreas turut mempercepat kerusakan sel beta tersebut.

d. Obesitas dan Gaya Hidup Tidak Sehat

Faktor lingkungan dan gaya hidup memiliki besar dalam etiologi DM tipe II. Obesitas, terutama obesitas sentral, merupakan faktor risiko utama karena berkaitan langsung dengan resistensi insulin. Kelebihan lemak tubuh menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas dalam darah yang dapat mengganggu fungsi insulin dan menghambat penyerapan glukosa oleh otot. Selain itu, pola makan tinggi kalori, rendah serat, konsumsi gula berlebih, dan kurang aktivitas fisik memperburuk kondisi metabolik tubuh. Kebiasaan merokok, stres, serta kurang tidur juga turut meningkatkan risiko diabetes melitus tipe II

karena memengaruhi keseimbangan hormon-hormon metabolik seperti kortisol dan leptin.

e. Faktor Usia dan Perubahan Metabolisme

Usia juga menjadi salah satu faktor penyebab DM tipe II. Seiring bertambahnya usia, sensitivitas tubuh terhadap insulin cenderung menurun, dan sel beta pankreas mengalami penurunan kapasitas fungsional. Selain itu, proses penuaan sering disertai dengan perubahan komposisi tubuh seperti peningkatan lemak visceral dan penurunan massa otot (sarkopenia), yang keduanya berkontribusi terhadap resistensi insulin. Karena itu, diabetes melitus tipe II lebih banyak ditemukan pada individu berusia di atas 40 tahun.

f. Faktor Lain yang Berkontribusi

Beberapa kondisi medis juga dapat meningkatkan risiko diabetes mellitus tipe II, seperti hipertensi, dislipidemia, sindrom ovarium polikistik (PCOS), dan riwayat diabetes gestasional. Obat-obatan tertentu seperti glukokortikoid, tiazid, dan antipsikotik juga dapat menurunkan sensitivitas insulin bila digunakan dalam jangka panjang. Hal ini menunjukkan bahwa penyebab diabetes tipe II sangat luas dan saling berhubungan satu sama lain.

3. Manifestasi Klinis

Manifestasi klinis DM tipe II berkembang perlahan dan tidak spesifik, sehingga banyak penderita tidak menyadari bahwa mereka telah mengidap diabetes melitus selama bertahun-tahun. Gejala biasanya baru muncul ketika kadar glukosa darah sudah cukup tinggi atau ketika komplikasi

mulai terjadi. Menurut Katmawanti (2022), tanda dan gejala penyakit DM tipe II sebagai berikut :

a. Gejala Klasik (Trias Diabetes)

Manifestasi klasik yang paling umum dikenal dengan istilah “Trias Diabetes” meliputi:

1) Poliuria (Sering Buang Air Kecil)

Peningkatan kadar glukosa darah melebihi ambang ginjal (sekitar 180 mg/dL) menyebabkan glukosa keluar bersama urine (*glukosuria*). Glukosa yang berlebih di dalam urine menarik air secara osmotik, sehingga penderita akan lebih sering buang air kecil, terutama pada malam hari (*nokturia*).

2) *Polidipsia* (Sering Haus)

Karena kehilangan banyak cairan melalui urine, tubuh mengalami dehidrasi. Akibatnya, penderita merasakan haus yang berlebihan dan terus-menerus ingin minum untuk menggantikan cairan yang hilang.

3) Polifagia (Sering Lapar)

Walaupun kadar glukosa darah tinggi, sel-sel tubuh tidak dapat menggunakan glukosa secara efektif akibat resistensi insulin. Hal ini menyebabkan sel-sel kekurangan energi, sehingga tubuh menimbulkan respons berupa rasa lapar berlebih.

b. Penurunan Berat Badan Tanpa Sebab yang Jelas

Pada beberapa penderita, terjadi penurunan berat badan meskipun nafsu makan meningkat. Hal ini disebabkan karena tubuh tidak dapat menggunakan glukosa sebagai sumber energi, sehingga mulai memecah

lemak dan protein otot untuk memenuhi kebutuhan energi. Namun, penurunan berat badan pada DM tipe II biasanya tidak secepat dan seberat pada DM tipe I, karena sebagian besar pasien DM tipe II justru mengalami kelebihan berat badan (obesitas) sebelum diagnosis ditegakkan.

c. Kelelahan dan Lemah Badan

Kelelahan merupakan gejala umum yang sering dirasakan penderita DM tipe II. Hal ini disebabkan oleh gangguan metabolisme energi, dimana glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel secara optimal untuk diubah menjadi energi. Akibatnya, penderita sering merasa cepat lelah, tidak bertenaga, dan kurang konsentrasi dalam beraktivitas sehari-hari.

d. Penglihatan Kabur (*Blurred Vision*)

Hiperglikemia menyebabkan perubahan kadar cairan pada lensa mata sehingga lensa menjadi bengkak dan kemampuan fokus menurun. Akibatnya, penderita mengalami penglihatan kabur sementara. Jika kadar gula darah tidak terkontrol dalam waktu lama, dapat terjadi *retinopati diabetik*, yang berpotensi menyebabkan kebutaan permanen.

e. Luka yang Sulit Sembuh

Penderita DM tipe II sering mengalami luka yang sulit sembuh, terutama pada bagian kaki. Hal ini disebabkan oleh kombinasi sirkulasi darah yang buruk (*angiopati*), kerusakan saraf (*neuropati*), dan penurunan fungsi sistem imun. Luka kecil yang tidak tertangani dengan baik dapat berkembang menjadi ulkus diabetikum, yang dalam kasus berat dapat menyebabkan infeksi serius hingga amputasi.

f. Infeksi Berulang

Hiperglikemia yang kronis mengganggu sistem kekebalan tubuh dan menurunkan daya tahan terhadap infeksi. Oleh karena itu, penderita DM tipe II sering mengalami infeksi berulang, seperti infeksi kulit, infeksi saluran kemih, sariawan, atau infeksi jamur pada daerah genital. Kondisi ini merupakan salah satu tanda penting yang sering memunculkan kecurigaan awal terhadap diabetes melitus yang belum terdiagnosis.

g. Kesemutan dan Rasa Kebas (*Neuropati Perifer*)

Kadar glukosa darah yang tinggi dalam jangka panjang dapat merusak saraf perifer, terutama pada tangan dan kaki. Penderita akan mengeluhkan rasa kesemutan, nyeri seperti tertusuk jarum, sensasi panas, atau mati rasa pada ekstremitas. Gejala ini biasanya muncul bertahap dan dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.

h. Gatal-gatal dan Gangguan Kulit

Kelebihan gula dalam darah dan urine menciptakan lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan jamur dan bakteri. Akibatnya, penderita DM tipe II sering mengalami kulit gatal, kering, atau infeksi jamur (*kandidiasis*) di daerah lipatan seperti ketiak, selangkangan, dan bawah payudara.

i. Gangguan Fungsi Seksual

Pada pria, hiperglikemia kronis dapat menyebabkan disfungsi ereksi akibat kerusakan saraf dan pembuluh darah. Sementara pada wanita,

kadar glukosa darah tinggi dapat menyebabkan penurunan gairah seksual dan meningkatnya risiko infeksi jamur vagina.

4. Patofisiologi

Diabetes mellitus tipe II merupakan gangguan metabolik kronis yang ditandai oleh meningkatnya kadar glukosa dalam darah akibat kombinasi antara resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin oleh pankreas. Pada keadaan normal, hormon insulin yang diproduksi oleh sel beta pankreas berfungsi mengatur kadar gula darah dengan membantu glukosa masuk ke dalam sel untuk diubah menjadi energi. Namun, pada penderita diabetes mellitus tipe II, tubuh tidak lagi mampu menggunakan insulin secara efektif (resistensi insulin), sehingga kadar glukosa dalam darah meningkat (Katmawanti, 2022).

Proses ini umumnya diawali oleh resistensi insulin, yaitu kondisi dimana jaringan tubuh seperti otot, hati, dan lemak tidak merespons insulin dengan baik. Akibatnya, glukosa tidak dapat diserap dengan optimal oleh sel dan tetap berada di aliran darah. Untuk mengimbangnya, pankreas akan memproduksi lebih banyak insulin agar kadar glukosa darah tetap normal. Tahap ini disebut *hiperinsulinemia kompensatorik*. Namun, dalam jangka panjang, sel beta pankreas mengalami kelelahan dan kehilangan kemampuannya untuk menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup, sehingga terjadilah defisiensi insulin relatif (Soelistijo, 2021).

Selain resistensi insulin, hati (*liver*) juga berperan dalam peningkatan kadar gula darah. Pada orang sehat, insulin menekan produksi glukosa oleh hati melalui proses *glukoneogenesis*. Namun, karena efek insulin menurun

pada penderita diabetes melitus tipe II, hati tetap memproduksi glukosa meskipun kadar gula darah sudah tinggi. Akibatnya, hiperglikemia semakin parah, terutama saat puasa atau di pagi hari (Soelistijo, 2021).

Selain itu, gangguan juga terjadi pada sistem hormon pencernaan, khususnya hormon incretin seperti GLP-1 dan GIP yang berfungsi merangsang sekresi insulin setelah makan dan menekan hormon glukagon. Pada penderita diabetes melitus tipe II, efek incretin berkurang sehingga sekresi insulin setelah makan tidak optimal, sementara kadar glukagon tetap tinggi. Peningkatan glukagon ini menyebabkan hati terus menghasilkan glukosa meskipun tubuh sudah mengalami kelebihan gula darah (Soelistijo, 2021).

Kondisi obesitas, terutama penumpukan lemak di daerah perut, memperburuk resistensi insulin karena lemak menghasilkan zat-zat inflamasi seperti TNF- α dan IL-6 yang menghambat kerja insulin. Peningkatan asam lemak bebas dalam darah juga menekan kemampuan otot dan hati dalam menggunakan glukosa, sehingga kadar gula darah tetap tinggi. Proses ini menimbulkan siklus hiperglikemia kronis, di mana kadar gula darah yang tinggi menyebabkan kerusakan lebih lanjut pada sel beta pankreas, yang pada akhirnya semakin menurunkan kemampuan tubuh memproduksi insulin (Katmawanti, 2022).

Hiperglikemia kronis dalam jangka panjang menyebabkan berbagai kerusakan jaringan tubuh akibat terbentuknya produk akhir glikosilasi (*Advanced Glycation End Products* / AGE's) yang menumpuk di pembuluh

darah dan jaringan. Hal ini menjadi penyebab utama timbulnya komplikasi kronis seperti retinopati, nefropati, neuropati, dan penyakit kardiovaskular.

5. Pemeriksaan Diagnostik

Berdasarkan pedoman pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus tipe II dewasa di Indonesia (Parkeni, 2021a), pemeriksaan diagnostik untuk menegakkan diagnosis diabetes mellitus dilakukan melalui pemeriksaan laboratorium kadar glukosa darah dan HbA1c. Pemeriksaan ini bertujuan untuk membedakan kondisi normal, prediabetes, dan diabetes melitus.

Pemeriksaan diagnostik DM dimulai dari pemeriksaan glukosa darah puasa dan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO). Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan setelah pasien berpuasa minimal 8 jam, tanpa konsumsi kalori, dan hanya diperbolehkan minum air putih. Nilai glukosa darah puasa ≥ 126 mg/dL pada dua kali pemeriksaan berbeda sudah cukup untuk menegakkan diagnosis DM. Apabila hasil glukosa darah puasa belum jelas, dilakukan TTGO (Tes Toleransi Glukosa Oral). Pada pemeriksaan ini, pasien terlebih dahulu melakukan puasa, kemudian diberikan larutan glukosa sebanyak 75 gram (dewasa) yang dilarutkan dalam 250 ml air dan diminum dalam waktu 5 menit. Setelah 2 jam, kadar glukosa plasma diukur kembali. Nilai glukosa plasma 2 jam ≥ 200 mg/dL menandakan diabetes mellitus, sedangkan nilai antara 140–199 mg/dL mengindikasikan toleransi glukosa terganggu (TGT) (Katmawanti, 2022).

Selain itu, pemeriksaan HbA1c (Hemoglobin terglikasi) juga digunakan untuk menentukan diagnosis. Nilai HbA1c $\geq 6,5\%$ menunjukkan adanya diabetes mellitus, sedangkan nilai antara 5,7–6,4% menandakan

prediabetes. Pemeriksaan ini menggambarkan kadar glukosa darah rata-rata selama 2–3 bulan terakhir dan tidak dipengaruhi oleh waktu makan, sehingga sangat bermanfaat untuk menilai kontrol glikemik jangka panjang (Decroli, 2022).

Selain pemeriksaan tersebut, Kurniawan et al. (2024) menekankan bahwa pemeriksaan glukosa darah acak ≥ 200 mg/dL dengan gejala klasik diabetes (poliuria, polidipsia, polifagia, penurunan berat badan) sudah cukup untuk menegakkan diagnosis DM tanpa perlu uji tambahan. Apabila fasilitas laboratorium terbatas dan tidak memungkinkan untuk melakukan pemeriksaan TTGO, maka pemeriksaan glukosa darah kapiler dapat digunakan sebagai alternatif dalam penapisan awal diagnosis diabetes mellitus

6. Penatalaksanaan

Tujuan utama terapi diabetes mellitus adalah mencoba menormalkan aktivitas insulin dan kadar glukosa darah dalam upaya untuk mengurangi terjadinya komplikasi vaskuler serta neuropatik. Tujuan terapeutik adalah mencapai kadar glukosa darah normal tanpa terjadinya hipoglikemia, dan gangguan serius pada pola aktivitas pasien (Młynarska dkk., 2025).

Menurut Silalahi et al. (2024), penatalaksanaan DM dilakukan secara komprehensif, berkelanjutan, dan terintegrasi, melibatkan berbagai aspek seperti edukasi, pengaturan gizi, aktivitas fisik, terapi farmakologis, serta pemantauan secara rutin.

a. Edukasi

Edukasi merupakan dasar dari seluruh proses pengelolaan DM. Edukasi bertujuan menumbuhkan perilaku hidup sehat dan kemandirian pasien dalam mengelola penyakitnya. Edukasi diberikan secara berkesinambungan kepada pasien dan keluarganya agar memahami:

- 1) Hakikat penyakit diabetes melitus dan perjalanannya.
- 2) Tujuan dan pentingnya pengendalian kadar glukosa darah.
- 3) Pola makan, aktivitas fisik, dan obat-obatan yang memengaruhi kadar gula darah.
- 4) Cara pemantauan glukosa darah mandiri dan penanganan hipoglikemia.

b. Terapi Nutrisi Medis (Pengaturan Pola Makan)

Terapi gizi medis adalah komponen utama yang tidak dapat dipisahkan dalam penatalaksanaan diabetes melitus. Tujuannya adalah menjaga kadar glukosa darah tetap dalam batas normal, mempertahankan berat badan ideal, serta mencegah komplikasi metabolik. Rencana makan harus disesuaikan dengan usia, aktivitas, status gizi, dan kondisi klinis pasien, serta dibuat bersama ahli gizi. Prinsip pengaturan makan meliputi:

- 1) Komposisi gizi seimbang, dengan asupan karbohidrat 45–65%, lemak 20–25%, dan protein 10–20% dari total energi harian.
- 2) Pemilihan karbohidrat kompleks dan berserat tinggi, serta menghindari makanan dengan indeks glikemik tinggi.

- 3) Pola makan teratur dan porsi seimbang antara tiga kali makan utama dan dua kali makanan selingan.
- 4) Membatasi lemak jenuh, kolesterol, dan garam, terutama bagi penderita dengan komplikasi hipertensi atau dislipidemia.

c. Aktivitas Fisik (Latihan Jasmani)

Latihan jasmani teratur berperan penting dalam meningkatkan sensitivitas insulin, menurunkan kadar glukosa darah, serta memperbaiki profil lipid dan tekanan darah. Parkeni (2021a) menganjurkan:

- 1) Aktivitas fisik aerobik sedang selama 150 menit/minggu (misalnya berjalan cepat, bersepeda, berenang, atau senam).
- 2) Latihan resistensi (penguatan otot) 2–3 kali per minggu.
- 3) Aktivitas harus disesuaikan dengan usia dan kondisi medis pasien, serta dilakukan setelah pemeriksaan dokter bila ada komplikasi seperti neuropati atau retinopat

d. Terapi Farmakologis (Obat Antihiperqlikemik)

Bila pengaturan pola makan dan olahraga belum cukup menurunkan kadar gula darah, maka diperlukan obat antihiperqlikemik oral (OHO) atau insulin. Pemilihan terapi didasarkan pada kondisi pasien dan hasil laboratorium. Tujuan terapi farmakologis adalah mencapai kadar HbA1c < 7%, kecuali pada kondisi tertentu seperti lansia atau pasien dengan komorbid berat.

- 1) Terapi lini pertama: Metformin adalah obat pilihan utama untuk pasien DM tipe II, karena efektif menurunkan glukosa darah dan meningkatkan sensitivitas insulin.

- 2) Terapi kombinasi: Jika target glikemik tidak tercapai dalam 3 bulan, kombinasi dengan obat lain seperti Sulfonilurea (SU), DPP-4 inhibitor, SGLT-2 inhibitor, atau GLP-1 agonist dapat digunakan.
- 3) Insulin: Diberikan bila terapi oral gagal atau bila terdapat kondisi khusus seperti ketoasidosis diabetik, stres berat, atau kehamilan. Dosis insulin disesuaikan dengan kebutuhan individu dan dipantau ketat untuk mencegah hipoglikemia.

e. Pemantauan dan Evaluasi

Pemantauan dilakukan untuk menilai efektivitas pengobatan dan mencegah komplikasi. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

- 1) Glukosa darah harian melalui pemantauan mandiri (*self-monitoring blood glucose* / SMBG).
- 2) HbA1c setiap 3 bulan untuk menilai pengendalian jangka panjang.
- 3) Pemeriksaan fungsi ginjal, hati, profil lipid, tekanan darah, dan berat badan secara rutin.
- 4) Pemeriksaan mata, kaki, dan saraf perifer minimal setahun sekali untuk mendeteksi komplikasi dini.

7. Komplikasi

Menurut Islam et al. (2025), komplikasi kronis diabetes melitus dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu:

a. Komplikasi Mikrovaskular

Komplikasi mikrovaskular terjadi akibat kerusakan pembuluh darah kecil (kapiler) yang menyebabkan gangguan pada organ-organ vital, terutama mata, ginjal, dan saraf. Kerusakan ini umumnya bersifat

progresif dan merupakan penyebab utama kecacatan pada penderita diabetes melitus.

1) Retinopati Diabetik.

Retinopati diabetik adalah kerusakan pembuluh darah retina mata akibat hiperglikemia kronis. Kondisi ini menyebabkan pembuluh darah retina menjadi rapuh, bocor, atau bahkan menutup, yang akhirnya mengganggu penglihatan.

2) Nefropati Diabetik

Nefropati diabetik merupakan kerusakan pembuluh darah kecil di ginjal yang menyebabkan gangguan fungsi penyaringan (filtrasi). Akibatnya, protein (terutama albumin) bocor ke dalam urin, suatu kondisi yang dikenal sebagai albuminuria.

3) Neuropati Diabetik

Neuropati diabetik adalah kerusakan saraf akibat hiperglikemia kronis dan gangguan suplai darah ke jaringan saraf. Kondisi ini dapat mengenai berbagai sistem saraf, baik perifer maupun otonom.

b. Komplikasi Makrovaskular

Komplikasi makrovaskular terjadi akibat kerusakan pada pembuluh darah besar (arteri) yang menyebabkan gangguan sirkulasi ke jantung, otak, dan ekstremitas. Kondisi ini berkaitan erat dengan aterosklerosis yang dipercepat oleh hiperglikemia, dislipidemia, dan hipertensi.

1) Penyakit Jantung Koroner (PJK)

Hiperglikemia kronis menyebabkan penumpukan plak lemak di dinding pembuluh darah jantung, mengakibatkan penyempitan atau

penyumbatan arteri koroner. Hal ini menimbulkan angina pectoris (nyeri dada) dan dapat berkembang menjadi infark miokard (serangan jantung). Penyakit jantung merupakan penyebab kematian terbanyak pada penderita diabetes melitus, sehingga kontrol tekanan darah, kolesterol, dan kadar gula darah menjadi sangat penting.

2) Penyakit Pembuluh Darah Otak (Stroke)

Penderita diabetes melitus memiliki risiko tinggi mengalami stroke iskemik akibat penyumbatan pembuluh darah otak oleh aterosklerosis. Selain itu, kadar gula darah yang tinggi dapat memperburuk kerusakan otak saat stroke terjadi.

3) Penyakit Pembuluh Darah Perifer (*Peripheral Artery Disease / PAD*).

Kerusakan pembuluh darah pada tungkai menyebabkan aliran darah ke kaki terganggu, mengakibatkan nyeri, kram, atau rasa dingin pada tungkai, terutama saat berjalan. PAD sering bersamaan dengan neuropati diabetik dan menyebabkan ulkus kaki diabetik, yang dapat berujung pada infeksi berat dan amputasi jika tidak segera ditangani.

c. Komplikasi Lain yang Berhubungan

Selain komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular, DM juga dapat menimbulkan gangguan lain, antara lain:

- 1) Gangguan kulit seperti infeksi jamur, furunkulosis, dan luka yang sulit sembuh.
- 2) Disfungsi ereksi pada pria akibat neuropati dan gangguan aliran darah.

- 3) Infeksi berulang pada saluran kemih atau kulit akibat penurunan daya tahan tubuh.
- 4) Masalah gigi dan mulut, seperti periodontitis yang lebih sering dan lebih berat pada penderita diabetes melitus.

B. Gula Darah

1. Definisi

Gula darah atau glukosa darah merupakan salah satu parameter penting dalam menjaga keseimbangan metabolisme tubuh manusia. Glukosa berperan sebagai sumber energi utama bagi sel-sel tubuh, terutama otak dan sistem saraf pusat, yang membutuhkan pasokan glukosa secara terus-menerus untuk berfungsi dengan baik. Kadar gula darah yang normal menandakan fungsi metabolisme dan hormonal yang seimbang, sedangkan kadar gula yang terlalu tinggi (hiperglikemia) atau terlalu rendah (hipoglikemia) mencerminkan adanya gangguan dalam sistem pengaturan glukosa tubuh (Parkeni, 2021b).

Menurut Silalahi et al. (2024), gula darah adalah kadar glukosa yang terdapat dalam sirkulasi darah yang digunakan oleh jaringan tubuh sebagai sumber energi utama. Glukosa ini berasal dari hasil pencernaan karbohidrat dan proses metabolisme hati, yang kemudian diatur oleh hormon insulin dan glukagon untuk menjaga keseimbangan kadar glukosa dalam darah. Selanjutnya, Marselin et al. (2021) menjelaskan bahwa gula darah merupakan jumlah glukosa yang beredar dalam darah dan berfungsi sebagai bahan bakar metabolik utama untuk sel tubuh. Menurutnya, kadar glukosa darah dipertahankan dalam rentang normal oleh sistem homeostasis melalui

kerja hormon, terutama insulin yang menurunkan kadar gula darah dan glukagon yang meningkatkannya.

Sementara itu, Decroli (2022) mendefinisikan gula darah sebagai jumlah glukosa yang terlarut dalam plasma darah, yang mencerminkan keseimbangan antara asupan makanan, penyimpanan energi, dan penggunaan glukosa oleh jaringan tubuh. Mereka menekankan bahwa kadar glukosa darah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti asupan makanan, aktivitas fisik, fungsi hati, serta kerja hormon insulin dan glukagon. Menurut Kurniawan et al. (2024), gula darah adalah kadar glukosa dalam plasma darah yang menunjukkan status metabolik tubuh dan digunakan sebagai indikator untuk diagnosis serta pemantauan penyakit metabolik, khususnya diabetes mellitus.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa gula darah adalah kadar glukosa yang terdapat dalam sirkulasi darah, yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi sel tubuh dan diatur oleh sistem hormonal, terutama insulin dan glukagon, agar tetap dalam keseimbangan normal.

2. Metabolisme Gula Darah

Metabolisme glukosa darah merupakan proses penting yang berperan dalam menjaga keseimbangan energi tubuh. Glukosa adalah bentuk karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi utama bagi hampir semua sel, terutama otak, sistem saraf, dan sel darah merah yang sangat bergantung pada glukosa untuk menjalankan fungsinya (Kurniawan dkk., 2024). Tubuh manusia memiliki mekanisme yang sangat teratur untuk

menjaga agar kadar glukosa darah tetap stabil dalam kisaran normal, yaitu sekitar 70–110 mg/dL pada kondisi puasa. Keseimbangan ini dijaga melalui kerja sama antara sistem pencernaan, hati, jaringan otot, dan hormon-hormon pengatur, terutama insulin dan glukagon (Faria-Pereira & Morais, 2022).

Proses metabolisme glukosa dimulai ketika seseorang mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat. Karbohidrat kompleks seperti nasi, roti, dan kentang akan dicerna di saluran pencernaan menjadi glukosa sederhana. Glukosa kemudian diserap oleh usus halus dan dialirkan melalui aliran darah menuju hati melalui vena porta. Di hati, glukosa memiliki dua kemungkinan jalur: sebagian digunakan langsung untuk menghasilkan energi, dan sebagian lagi disimpan dalam bentuk glikogen melalui proses yang disebut glikogenesis. Glikogen ini berfungsi sebagai cadangan energi yang dapat digunakan kembali ketika tubuh membutuhkan, misalnya saat berpuasa atau beraktivitas fisik berat (Huda, 2024).

Hormon insulin, yang diproduksi oleh sel beta pankreas, berperan sangat penting dalam proses metabolisme ini. Ketika kadar glukosa darah meningkat setelah makan, pankreas akan melepaskan insulin ke dalam darah. Insulin berfungsi untuk memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel, khususnya ke jaringan otot dan lemak, agar dapat digunakan sebagai sumber energi. Selain itu, insulin juga merangsang hati dan otot untuk menyimpan glukosa sebagai glikogen, serta menghambat proses pemecahan glikogen dan pembentukan glukosa baru. Dengan cara ini, insulin menurunkan kadar glukosa darah hingga kembali pada tingkat normal (Parkeni, 2021b).

Sebaliknya, ketika tubuh berada dalam kondisi puasa atau kekurangan asupan makanan, kadar glukosa darah akan menurun. Pada saat inilah hormon glukagon, yang dihasilkan oleh sel alfa pankreas, mengambil alih peran. Glukagon bekerja berlawanan dengan insulin, yaitu dengan merangsang hati untuk memecah glikogen menjadi glukosa dalam proses yang disebut glikogenolisis. Selain itu, glukagon juga mengaktifkan glukoneogenesis, yaitu proses pembentukan glukosa baru dari bahan bukan karbohidrat seperti asam amino dan gliserol. Mekanisme ini memastikan agar kadar glukosa darah tetap stabil meskipun tubuh tidak menerima asupan makanan selama beberapa jam (Marselin dkk., 2021).

Namun, ketika proses metabolisme glukosa ini terganggu misalnya karena produksi insulin tidak mencukupi atau jaringan tubuh tidak merespons insulin dengan baik maka kadar glukosa dalam darah akan meningkat secara abnormal. Kondisi inilah yang dikenal sebagai hiperglikemia, dan dalam jangka panjang dapat berkembang menjadi diabetes mellitus. Pada keadaan ini, tubuh kehilangan kemampuan untuk menjaga keseimbangan glukosa, sehingga terjadi gangguan metabolik yang memengaruhi berbagai sistem organ (Febrinasari dkk., 2020).

3. Klasifikasi Kadar Gula Darah

Kadar gula darah atau glukosa darah merupakan indikator untuk menilai keseimbangan metabolisme tubuh, terutama fungsi hormon insulin dalam mengatur penyerapan dan pemanfaatan glukosa oleh sel. Klasifikasi kadar gula darah digunakan untuk membedakan antara kondisi normal,

pradiabetes, dan diabetes mellitus, sehingga dapat membantu dalam deteksi dini, diagnosis, serta pemantauan pengobatan (Suryanti dkk., 2025).

Nilai kadar gula darah seseorang dapat bervariasi tergantung pada waktu pemeriksaan (puasa, setelah makan, atau acak), kondisi tubuh, serta metode laboratorium yang digunakan. Klasifikasi kadar gula darah normal menurut standar dari *American Diabetes Association* (ADA, 2023):

a. Kadar Gula Darah Puasa (*GDP/Fasting Plasma Glucose*)

Kadar gula darah puasa diperiksa setelah seseorang tidak mengonsumsi makanan atau minuman berkalori selama minimal 8 jam. Pemeriksaan ini digunakan sebagai langkah awal dalam mendeteksi gangguan metabolisme glukosa.

- 1) Normal: < 100 mg/dL (atau $< 5,6$ mmol/L)
- 2) Pradiabetes (*Impaired Fasting Glucose/IFG*): 100–125 mg/dL (atau 5,6–6,9 mmol/L)
- 3) Diabetes Mellitus: ≥ 126 mg/dL (atau $\geq 7,0$ mmol/L) pada dua kali pemeriksaan berbeda.

Nilai di atas menunjukkan bahwa seseorang dengan kadar gula darah puasa di atas batas normal sudah mengalami gangguan metabolisme glukosa yang berpotensi berkembang menjadi diabetes mellitus jika tidak ditangani sejak dini.

b. Kadar Gula Darah 2 Jam Setelah Makan (*2-Jam Postprandial Plasma Glucose / 2-JPPG*)

Pemeriksaan ini dilakukan 2 jam setelah mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung karbohidrat. Tujuannya untuk melihat bagaimana tubuh merespons peningkatan glukosa setelah makan.

- 1) Normal: < 140 mg/dL (atau $< 7,8$ mmol/L)
- 2) Pradiabetes (*Impaired Glucose Tolerance / IGT*): 140–199 mg/dL (atau 7,8–11,0 mmol/L).
- 3) Diabetes Mellitus: ≥ 200 mg/dL (atau $\geq 11,1$ mmol/L)

Jika kadar gula darah tetap tinggi dua jam setelah makan, hal ini menunjukkan adanya resistensi insulin atau penurunan sekresi insulin dari pankreas.

c. Kadar Gula Darah Sewaktu (Gula Darah Acak / *Random Plasma Glucose*)

Pemeriksaan ini dilakukan tanpa memperhatikan waktu makan terakhir dan sering digunakan dalam pemeriksaan cepat di fasilitas kesehatan. Nilai kadar gula darah sewaktu yang tinggi dapat menjadi indikasi adanya diabetes melitus, terutama bila disertai gejala klasik seperti sering buang air kecil, sering haus, dan penurunan berat badan tanpa sebab jelas.

- 1) Diabetes Mellitus: ≥ 200 mg/dL (atau $\geq 11,1$ mmol/L) dengan gejala khas diabetes

d. Kadar Hemoglobin Glikosilasi (HbA1c)

Pemeriksaan HbA1c menggambarkan rata-rata kadar gula darah selama 2–3 bulan terakhir, sehingga lebih akurat untuk menilai kontrol glukosa

jangka panjang. HbA1c terbentuk dari pengikatan glukosa dengan hemoglobin dalam sel darah merah.

- 1) Normal: $< 5,7\%$
- 2) Pradiabetes: $5,7\% - 6,4\%$
- 3) Diabetes Mellitus: $\geq 6,5\%$

Pemeriksaan HbA1c tidak dipengaruhi oleh waktu makan, sehingga sering digunakan dalam pemantauan terapi diabetes dan penilaian risiko komplikasi jangka panjang. Semakin tinggi kadar HbA1c, semakin besar risiko kerusakan pembuluh darah dan organ tubuh akibat hiperglikemia kronis.

Tabel 2.1 Klasifikasi Kadar Gula Darah Normal Menurut ADA

Kategori	Gula Darah Puasa/GDP (mg/dL)	2 Jam Setelah Makan/ 2-JPPG (mg/dL)	Gula Darah Acak/GDS (mg/dL)	HbA1c (%)
Normal	< 100	< 140	-	$< 5,7$
Pradiabetes	100–125	140–199	-	5,7–6,4
Diabetes Mellitus	≥ 126	≥ 200	≥ 200	$\geq 6,5$

Sumber : *American Diabetes Association* (ADA, 2023)

4. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Gula Darah

Banyak faktor yang dapat memengaruhi kadar glukosa darah seseorang, baik yang berasal dari dalam tubuh (faktor internal) maupun dari lingkungan dan kebiasaan hidup (faktor eksternal). Kurniawan et al. (2024) menyebutkan faktor-faktor yang memengaruhi kadar glukosa darah sebagai berikut:

a. Asupan Makanan (Pola dan Jenis Nutrisi)

Asupan makanan merupakan faktor utama yang paling langsung memengaruhi kadar glukosa darah. Setelah seseorang mengonsumsi

makanan, terutama yang mengandung karbohidrat, glukosa akan meningkat di dalam darah karena hasil pencernaan karbohidrat sederhana maupun kompleks.

b. Aktivitas Fisik dan Olahraga

Aktivitas fisik memiliki peranan penting dalam mengatur kadar glukosa darah. Ketika seseorang berolahraga, otot membutuhkan energi lebih banyak sehingga menggunakan glukosa dari darah untuk bahan bakar. Proses ini membantu menurunkan kadar gula darah secara alami.

c. Fungsi dan Produksi Hormon

Keseimbangan kadar glukosa darah sangat bergantung pada fungsi hormon, terutama insulin dan glukagon yang dihasilkan oleh pankreas. Gangguan pada keseimbangan hormon-hormon ini dapat menyebabkan fluktuasi kadar glukosa darah yang signifikan.

d. Stres Emosional dan Psikologis

Stres, baik fisik maupun emosional, dapat meningkatkan kadar glukosa darah melalui pelepasan hormon stres seperti adrenalin dan kortisol. Ketika seseorang mengalami stres, tubuh berada dalam keadaan *fight or flight*, di mana hormon-hormon tersebut bekerja untuk meningkatkan ketersediaan energi dengan merangsang hati melepaskan glukosa ke dalam darah.

e. Fungsi Hati dan Ginjal

Hati (liver) berperan dalam menjaga kadar glukosa darah karena berfungsi sebagai tempat penyimpanan glikogen dan penghasil glukosa melalui proses glukoneogenesis. Jika fungsi hati terganggu, seperti pada

penyakit hati kronis, kemampuan tubuh mengatur glukosa juga terganggu.

f. Obat-obatan dan Zat Kimia

Beberapa obat dapat memengaruhi kadar glukosa darah. Kortikosteroid, diuretik tiazid, kontrasepsi hormonal, dan obat antipsikotik diketahui dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Sebaliknya, insulin dan obat hipoglikemik oral seperti metformin, sulfonilurea, atau SGLT-2 inhibitor dapat menurunkan kadar glukosa darah.

g. Usia dan Komposisi Tubuh

Faktor usia juga memengaruhi metabolisme glukosa. Pada usia lanjut, sensitivitas tubuh terhadap insulin cenderung menurun, yang menyebabkan kadar glukosa darah lebih mudah meningkat. Selain itu, penurunan massa otot (sarkopenia) dan peningkatan lemak viseral pada orang tua turut memperburuk resistensi insulin.

h. Waktu Tidur dan Pola Istirahat

Kualitas dan durasi tidur turut memengaruhi kadar glukosa darah. Tidur yang cukup membantu mengatur sekresi insulin dan menjaga sensitivitasnya. Sebaliknya, kurang tidur menyebabkan peningkatan hormon kortisol dan ghrelin, yang memicu peningkatan kadar gula darah serta nafsu makan berlebih.

i. Kondisi Penyakit dan Infeksi

Infeksi atau penyakit tertentu juga dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Saat tubuh melawan infeksi, hormon stres seperti adrenalin dan kortisol dilepaskan untuk menyediakan energi tambahan.

Akibatnya, produksi glukosa oleh hati meningkat. Pada penderita diabetes melitus, kondisi ini sering disebut sebagai hiperglikemia akibat stres (*stress-induced hyperglycemia*).

C. Beras Merah

1. Definisi Beras Merah

Beras merah merupakan salah satu jenis beras yang semakin banyak mendapat perhatian karena nilai gizinya yang tinggi dan manfaat kesehatannya. Menurut Winarno (Winarno, 2024), beras merah adalah jenis beras yang tidak disosoh secara sempurna dan masih memiliki lapisan kulit ari (*bran*) berwarna merah kecokelatan yang mengandung berbagai zat gizi penting seperti vitamin B kompleks, mineral, dan serat kasar.

Oktaviana et al. (2023) menjelaskan bahwa beras merah merupakan beras yang berasal dari padi berpigmen merah dan memiliki nilai gizi lebih baik karena masih mengandung lapisan aleuron dan embrio. Kandungan seratnya yang tinggi membuat pencernaan lebih lambat sehingga kadar glukosa darah meningkat secara bertahap, menjadikan beras merah lebih baik dikonsumsi oleh penderita diabetes melitus.

Menurut Budianto dan Bastian (2022), beras merah didefinisikan sebagai beras yang memiliki lapisan perikarp berwarna merah yang disebabkan oleh adanya pigmen antosianin dan polifenol, dengan kandungan nutrisi yang tinggi seperti karbohidrat kompleks, protein, lemak sehat, serta mikronutrien penting seperti magnesium, zat besi, dan seng. Warna merahnya bukan hanya ciri estetika, tetapi juga menunjukkan kandungan antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas.

Sementara itu, Rachmandani dan Hadiyanto (2024) menyebutkan bahwa beras merah adalah beras yang diperoleh dari varietas padi berwarna merah dan hanya melalui proses pengupasan kulit luar (sekam) tanpa penyosohan lebih lanjut, sehingga lapisan dedak masih menempel. Lapisan tersebut mengandung serat, vitamin E, dan minyak alami yang berperan penting dalam menjaga kesehatan jantung serta membantu mengontrol kadar kolesterol dalam darah.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa beras merah adalah beras yang berasal dari varietas padi berpigmen merah yang tidak disosoh secara sempurna sehingga masih mengandung lapisan kulit ari (*bran*) yang kaya akan serat, vitamin, mineral, dan senyawa bioaktif seperti antosianin.



Sumber: <https://fahum.umsu.ac.id/>

Gambar 2.1 Beras Merah

2. Manfaat Beras Merah

Adapun manfaat dari beras merah menurut Winarno (2024) yaitu:

a. Mengontrol kadar gula darah

Kandungan serat tinggi dan karbohidrat kompleks membuat penyerapan glukosa lebih lambat, sehingga kadar gula darah lebih stabil. Baik untuk penderita diabetes mellitus.

b. Menurunkan risiko penyakit jantung

Serat, magnesium, dan antioksidan membantu menurunkan kolesterol jahat (LDL) serta melindungi pembuluh darah dari kerusakan.

c. Membantu menurunkan berat badan

Beras merah memberi rasa kenyang lebih lama dan mencegah makan berlebihan, cocok untuk diet sehat.

d. Melancarkan pencernaan

Kandungan serat memperbaiki fungsi usus dan mencegah sembelit.

e. Menjaga kesehatan tulang dan otot

Mengandung magnesium dan fosfor yang berperan penting dalam pembentukan dan kekuatan tulang.

f. Bersifat antioksidan alami

Pigmen antosianin berfungsi menangkal radikal bebas, melindungi sel tubuh, dan mencegah penuaan dini.

g. Menjaga fungsi saraf dan daya tahan tubuh

Vitamin B kompleks, vitamin E, dan mineral seperti seng membantu menjaga sistem saraf dan meningkatkan imunitas.

3. Pengaruh Beras Merah Kadar Gula Darah

Menurut Huda (2024), beras merah memiliki indeks glikemik rendah, artinya karbohidrat yang terkandung di dalamnya diserap dan diubah menjadi glukosa secara perlahan. Proses penyerapan glukosa yang lambat menyebabkan peningkatan kadar gula darah berlangsung bertahap, tidak secara mendadak seperti pada beras putih. Dengan demikian, konsumsi

beras merah membantu menjaga kestabilan kadar glukosa darah dan mencegah terjadinya lonjakan glukosa postprandial (setelah makan).

Selain itu, kandungan serat pangan (*dietary fiber*) pada beras merah memiliki peran penting dalam menurunkan kadar gula darah. Serat berfungsi memperlambat pengosongan lambung dan memperpanjang waktu penyerapan glukosa di usus halus, sehingga kadar glukosa darah dapat terkendali dalam jangka waktu yang lebih lama. Faria-Pereira dan Morais (2022) menjelaskan bahwa serat juga meningkatkan sensitivitas insulin pada jaringan tubuh, yang berarti tubuh menjadi lebih efisien dalam memanfaatkan glukosa untuk energi.

Beras merah juga mengandung antosianin, pigmen alami yang memberikan warna merah pada kulit beras. Senyawa ini termasuk dalam kelompok flavonoid antioksidan yang berperan dalam meningkatkan fungsi sel beta pankreas serta mengurangi stres oksidatif yang dapat menyebabkan resistensi insulin. Penelitian Oktaviana et al. (2023) menunjukkan pemberian nasi beras merah dapat mengontrol ketidakstabilan kadar gula darah penderita diabetes melitus.

Penelitian Rahim et al. (2021) menyebutkan bahwa diet dengan sumber karbohidrat kompleks dan indeks glikemik rendah, seperti beras merah, mampu menurunkan kadar HbA1c (penanda kontrol glukosa darah jangka panjang) pada penderita diabetes melitus tipe II. Efek ini diperoleh karena karbohidrat kompleks dalam beras merah menghasilkan pelepasan glukosa yang lebih lambat, sehingga kadar gula darah lebih stabil sepanjang hari.

Kandungan magnesium dan mangan dalam beras merah juga berkontribusi terhadap pengaturan metabolisme glukosa. Magnesium berperan dalam meningkatkan kerja enzim yang berhubungan dengan metabolisme karbohidrat dan sensitivitas insulin, sedangkan mangan membantu proses glukoneogenesis dan pembentukan energi di dalam sel. Menurut Marselin et al. (2021), kecukupan mineral tersebut dapat memperbaiki toleransi glukosa dan mengurangi risiko resistensi insulin dengan kadar gula darah tinggi.

4. Pemberian Beras Merah bagi Pasien Diabetes Melitus

Pemberian beras merah bagi pasien diabetes melitus harus dilakukan dengan pengaturan porsi dan pola konsumsi yang tepat, agar manfaatnya optimal dan tidak menimbulkan kelebihan asupan kalori. Menurut Marselin et al. (2021), beberapa pedoman yang dapat diterapkan antara lain:

a. Porsi yang disarankan:

Sekitar 100–150 gram beras merah matang per sekali makan, tergantung kebutuhan kalori pasien. Porsi ini setara dengan $\pm\frac{1}{2}$ –1 gelas nasi beras merah matang. (Jumlah disesuaikan dengan status gizi, usia, aktivitas, dan kadar gula darah pasien)

b. Frekuensi makan:

Sebaiknya dikonsumsi 3 kali sehari (pagi, siang, dan malam) dengan tambahan 2 kali selingan sehat seperti buah berserat tinggi (apel, pepaya) atau kacang rebus tanpa garam.

c. Cara pengolahan:

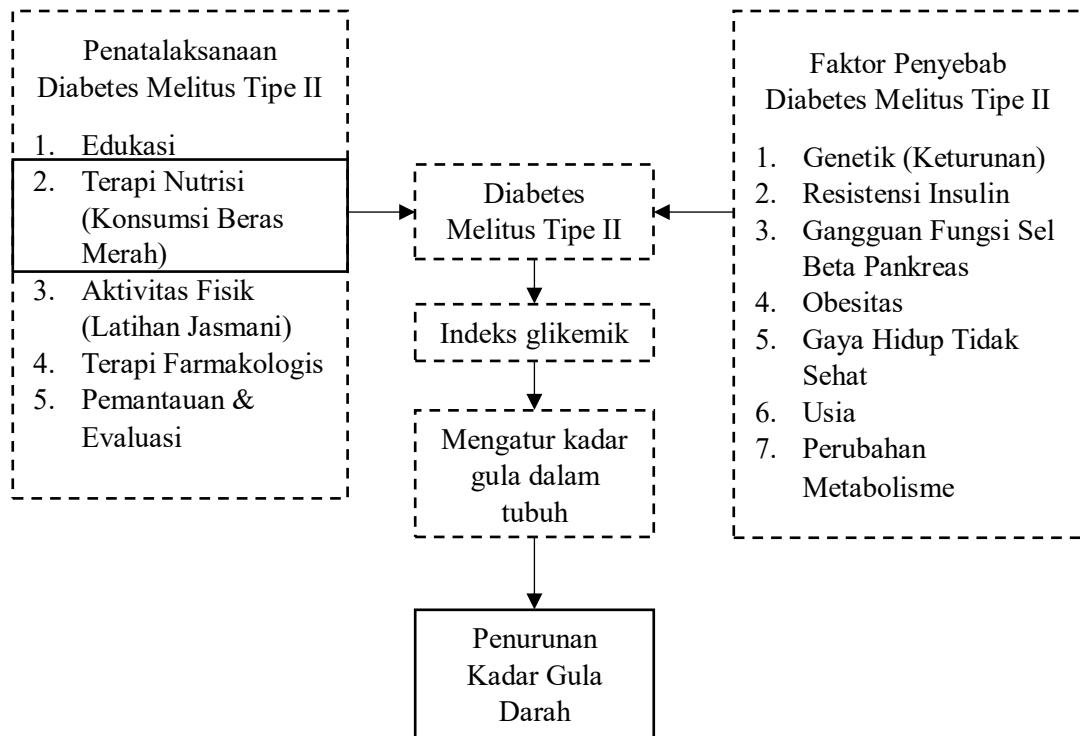
Beras merah sebaiknya dimasak tanpa penambahan santan, minyak, atau bahan berlemak. Pengolahan dengan cara dikukus atau ditanak biasa lebih disarankan agar kandungan gizinya tetap terjaga.

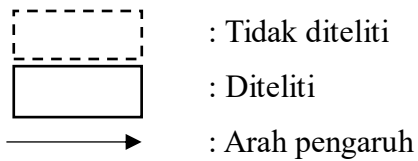
d. Kombinasi dengan lauk sehat:

Pemberian beras merah akan lebih efektif jika dikombinasikan dengan sayuran berserat tinggi, sumber protein tanpa lemak (seperti ikan, tahu, tempe, atau dada ayam tanpa kulit), serta dibatasi asupan gula dan garam tambahan.

D. Kerangka Teori

Kerangka teori merupakan pegangan pokok dalam menentukan setiap unsur penelitian, mulai dari penentuan masalah hingga penyusunan laporan penelitian.



Keterangan:

Sumber : (Parkeni, 2021a), (Silalahi dkk., 2024)

Gambar 2.2 Kerangka Teori

E. Kerangka Konsep

Kerangka konsep merupakan uraian dari berbagai variabel yang kemudian dirumuskan oleh peneliti berdasarkan beberapa teori yang dibuat setelah membaca atau menelaah yang kemudian akan digunakan sebagai landasan pada penelitiannya.



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

F. Hipotesis

- H₀: Tidak ada pengaruh konsumsi beras merah terhadap penurunan kadar gula darah pada penderita DM tipe II.
- H_a: Terdapat pengaruh konsumsi beras merah terhadap penurunan kadar gula darah pada penderita DM tipe II.