

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Glukosa Darah

1. Definisi glukosa darah

Glukosa adalah jenis karbohidrat penting yang berperan sebagai sumber energi dan proses pembentukan tenaga bagi tubuh. Setelah dikonsumsi, karbohidrat tersebut akan diubah menjadi glukosa di hati, digunakan tubuh untuk menghasilkan energi. Glukosa berupa glikogen disimpan dalam plasma darah dan dikenal dengan istilah glukosa darah. Di otak, glukosa berfungsi sebagai bahan bakar untuk proses metabolisme. Glukosa darah, yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan, disimpan dalam otot rangka dan hati dalam bentuk glikogen. Hormon yang berperan dalam mengatur kadar glukosa darah yaitu insulin dan glukagon yang diproduksi oleh pankreas (Rosares dan Boy, 2022).

2. Faktor yang memengaruhi kadar glukosa darah

Ada sejumlah faktor yang memengaruhi glukosa darah, yakni mencakup :

a. Konsumsi karbohidrat

Karbohidrat sangatlah krusial untuk energi utama. Sebagian besar polisakarida yang terdapat dalam makanan tidak dapat diserap langsung, sehingga harus diubah menjadi bentuk yang lebih sederhana agar dapat diserap oleh mukosa saluran pencernaan. Setelah proses pencernaan, sebagian besar karbohidrat yang dikonsumsi akan diserap ke dalam darah dalam bentuk glukosa, yaitu monosakarida. Selain itu, hati juga berfungsi mengubah jenis gula lainnya menjadi glukosa (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

b. Aktivitas fisik

Kadar glukosa dalam darah dipengaruhi oleh tingkat aktivitas tubuh. Glukosa akan lebih banyak digunakan saat adanya peningkatan aktivitas. Kadar glukosa darah bisa turun drastis (hipoglikemia) jika tubuh tidak mampu memenuhi kebutuhan glukosa karena aktivitas berlebih. Sementara, apabila glukosa lebih dari kinerja penyimpanan dalam tubuh, ditambah rendahnya tingkat aktivitas maka akan terjadi peningkatan hingga melewati batas. Kondisi itu dijuluki dengan istilah hiperglikemia (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

c. Penggunaan obat

Obat – obatan antipsikotik dan steroid dapat memengaruhi kadar glukosa darah. Meskipun mekanisme pastinya belum sepenuhnya dipahami, penggunaan antipsikotik sering dikaitkan dengan hiperglikemia. Kondisi itu mungkin diakibatkan karena kenaikan berat badan yang berhubungan dengan resistensi insulin. Steroid, yang dapat memengaruhi berbagai fungsi sel tubuh, memiliki efek yang beragam, termasuk pengaruh pada metabolisme makronutrien. Steroid sintetik bekerja dengan cara yang mirip dengan steroid alami. Glukokortikoid memainkan peranan krusial selama glukoneogenesis, di mana glukokortikoid dan kortisol mampu menaikkan kecepatan prosesnya sampai 6-10 kali lebih. Selain itu, kortisol juga dapat mengurangi penggunaan glukosa oleh sel. Peningkatan glukoneogenesis dan penurunan pemakaian glukosa ini akan menyebabkan konsentrasi glukosa dalam darah meningkat (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

d. Keadaan sakit

Penyakit metabolik seperti diabetes mellitus dan tirotoksikosis dapat memengaruhi kadar glukosa dalam darah. Kelebihan hormon tiroid dalam tubuh

dapat menyebabkan gangguan yang dikenal sebagai tirotoksikosis. Hormon tiroid berperan metabolisme energi, serta tumbuh kembang sel. Pengaruh hormon tiroid terhadap metabolisme karbohidrat memungkinkan tirotoksikosis untuk meningkatkan kadar glukosa darah. Hormon tiroid dapat mempercepat proses glukoneogenesis, meningkatkan kecepatan penyerapan glukosa di saluran pencernaan, meningkatkan penggunaan glukosa oleh sel, dan bahkan merangsang sekresi insulin (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

e. Stres

Stres neurologik dan fisik dapat memicu tubuh melepaskan hormon adrenokortikotropik dari kelenjar hipofisis anterior. Hormon ini kemudian memberi stimulasi kelenjar adrenal agar melepas hormon adrenokortikoid yakni kortisol. Hormon yang dilepaskan mengakibatkan lonjakan glukosa darah (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

f. Siklus menstruasi

Perubahan kadar glukosa darah dapat dipengaruhi oleh peningkatan beberapa hormon ketika siklus haid. Tingginya hormon estrogen mampu meningkatkan respons tubuh pada insulin yang mengakibatkan penurunan glukosa darah di bawah level normal. Sebaliknya, peningkatan kadar progesteron dapat memicu resistensi insulin sementara, yang menyebabkan kadar glukosa darah lebih tinggi dari biasanya. Selain itu, peradangan ringan yang terjadi sebelum menstruasi juga bisa berhubungan dengan perubahan kadar glukosa darah ini (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

g. Dehidrasi

Ketika tubuh mengalami kekurangan cairan hingga keseimbangan air menjadi negatif, kondisi ini dikenal sebagai dehidrasi. Untuk mengatasi hal tersebut, tubuh mengaktifkan sistem renin-angiotensin. Aktivasi ini merangsang pelepasan vasopresin oleh angiotensin II, yang kemudian meningkatkan penyerapan kembali air di tubulus ginjal. Vasopresin tidak hanya berperan untuk retensi air, melainkan juga berpengaruh terhadap metabolisme glukosa. Hormon ini mempunyai reseptor di pankreas, khususnya pada pulau Langerhans, serta di hati. Melalui stimulasi proses glukoneogenesis dan pelepasan glukagon, vasopresin dapat meningkatkan glukosa darah (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

h. Konsumsi alkohol

Hipoglikemia sering kali terkait dengan konsumsi alkohol, terutama pada pecandu alkohol, yang dapat mengalaminya karena masalah dalam metabolisme glukosa. Metabolisme alkohol (etanol) berlangsung di hati dengan bantuan enzim alkohol dehidrogenase, yang mengubah etanol menjadi asetaldehid. Proses ini menghasilkan kelebihan senyawa reduktif, terutama nikotinamida adenin dinukleotida dalam bentuk tereduksi (NADH), yang dapat memengaruhi keseimbangan metabolik di hati. Kelebihan ini dapat menghambat proses glikogenolisis, yaitu pemecahan glikogen menjadi glukosa. Selain itu, alkohol juga dapat mengganggu fungsi enzim yang berperan dalam glukoneogenesis dan lipogenesis, yang mengarah pada penurunan kadar glukosa darah (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

i. Usia

Seiring penambahan usia, tubuh mengalami penurunan kinerja, yang berdampak pada daya serap terhadap zat gizi dari makanan. Sebagai hasil dari berbagai penelitian, kelebihan gizi dan kegemukan atau obesitas adalah masalah gizi yang paling umum di kalangan orang tua, yang berpotensi menyebabkan timbulnya diabetes mellitus dan penyakit degenerative lainnya. Penelitian Trisnawati dan Setyorogo (2013) menunjukkan faktor-faktor seperti usia, riwayat keluarga, tingkat aktivitas fisik, stres, kadar kolesterol, dan tekanan darah memiliki korelasi yang signifikan dengan terjadinya Diabetes Mellitus Tipe 2 (DM Tipe 2) (Wulandari dan Kurnianingsih, 2018).

j. Riwayat Keturunan

Riwayat keluarga termasuk aspek yang bisa meningkatkan risiko mengidap DM. Individu yang memiliki keluarga dengan riwayat DM lebih berisiko mengidap penyakit ini, terutama pada lanjut usia. Banyak ilmuwan yang meyakini bahwa risiko terkena DM lebih besar karena proses patogenesisnya melibatkan interaksi antara lingkungan dengan gen. Mutasi genetik yang diturunkan dari orang tua yang menderita DM dapat memengaruhi sel beta pankreas, yang pada gilirannya menyebabkan gangguan dalam produksi insulin. Akibatnya, fungsi insulin dalam mengatur kadar glukosa darah menjadi terganggu (Dania, Ardiansyah dan Arjuna, 2024).

3. Jenis pemeriksaan kadar glukosa darah

a. Kadar gula darah sewaktu

Pemeriksaan glukosa darah sewaktu dilakukan tanpa puasa atau melihat makanan yang telah dikonsumsi oleh pasien. Organ tubuh dapat rusak karena

metabolisme glukosa yang tidak efektif. Hiperglikemia dan diabetes mellitus dapat disebabkan oleh kadar glukosa darah yang tinggi (Fahmi, Firdaus dan Putri, 2020). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) tahun 2020, nilai rujukan normal kadar glukosa darah sewaktu yakni < 200 mg/dL, rendah yakni < 70 mg/dL dan tinggi yaitu ≥ 200 mg/dL.

b. Kadar gula darah puasa

Untuk memantau konsentrasi glukosa dalam plasma, salah satu metode yang dapat digunakan adalah pemeriksaan gula darah saat puasa, yakni setelah individu tidak makan selama sekurang – kurangnya 8 jam. Pada masa puasa ini, tubuh tidak melakukan proses pencernaan makanan. Sebagai gantinya, tubuh memanfaatkan cadangan glukosa yang tersimpan di organ hati, jaringan perifer, serta dipengaruhi oleh aktivitas hormonal, yang semuanya memainkan peran penting dalam pengaturan kadar gula dalam darah. Nilai glukosa puasa ini sangat bergantung pada pola perawatan diri yang dijalankan oleh pasien (Yusuf, Nafisah dan Inayah, 2023). Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) tahun 2020 menyebutkan nilai rujukan normal kadar glukosa darah puasa yaitu < 126 mg/dL.

c. Kadar gula darah 2 jam setelah makan (Postprandial)

Pemeriksaan kadar glukosa darah dua jam setelah makan, yang dikenal sebagai glukosa darah postprandial, bertujuan untuk menilai kadar glukosa darah setelah dua jam pasca konsumsi makanan. Pemeriksaan ini dapat dilakukan bersamaan dengan tes glukosa darah puasa. Dalam prosedurnya, pasien terlebih dahulu menjalani pengambilan sampel darah saat puasa, kemudian mengonsumsi satu porsi makanan normal. Dua jam setelah makan, dilakukan pengukuran kadar glukosa darah kembali. Karena makanan yang dikonsumsi, baik dalam jenis maupun

jumlah, tidak dapat dibakukan, sangat sulit untuk menentukan standar pemeriksaan ini. Selain itu, sangat sulit untuk memantau pasien selama dua jam (Triana dan Salim, 2017). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) tahun 2020, nilai rujukan normal kadar glukosa darah 2 jam setelah makan (postprandial) yaitu < 200 mg/dL 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral.

d. HbA1c

Hemoglobin glikat, yang juga disebut hemoglobin A1c atau HbA1c, merupakan hemoglobin yang berikatan dengan molekul glukosa dalam darah. Karena sel darah merah memiliki umur sekitar 8 hingga 12 minggu, pengukuran HbA1c dapat mencerminkan kadar glukosa darah rata – rata dalam periode 2-3 bulan belakangan. Sampai saat ini, pemeriksaan HbA1c dianggap sebagai metode paling efektif untuk menilai apakah kadar gula darah terkontrol dengan baik. Pada individu tanpa diabetes, kadar HbA1c normal berkisar antara 3,5% hingga 5,5%, sedangkan bagi penderita diabetes, kontrol yang baik ditandai dengan nilai tidak melebihi 6,5%. Tes hemoglobin terglukolisasi, yang juga dikenal dengan nama glikohemoglobin atau hemoglobin glikolisasi (HbA1c) (Yansen, Windiani dan Ningrum, 2023). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) tahun 2020, nilai rujukan normal pemeriksaan HbA1c yaitu 6,5%.

4. Metode pemeriksaan kadar glukosa darah

Dalam pemeriksaan kadar glukosa darah, ada dua metode yang biasa diterapkan oleh laboratorium dalam pemeriksaan kadar glukosa. Cara pertama melibatkan enzim glukosa oksidase atau heksokinase yang bereaksi dengan glukosa dalam darah. Sedangkan metode kedua adalah metode kimiawi yang digunakan untuk pengukuran tersebut (Saputri dkk., 2023).

a. Metode enzimatik

Metode enzimatik memanfaatkan kemampuan enzim glukosa untuk bertindak sebagai katalisator. Tiga jenis metode enzimatik yang digunakan dalam pemeriksaan glukosa darah adalah glukosa oksidase, heksokinase, dan dehydrogenase (Wulandari dkk., 2024).

1) Metode GOD-PAP (*Glucose Oxidase-Peroxidase Aminoantipirin Phenol*)

Metode GOD-PAP (*Glucose Oxidase-Peroxidase Aminoantipyrine Phenol*) adalah teknik pengukuran kadar glukosa dalam darah yang memanfaatkan reaksi enzimatik. Dalam metode ini, glukosa diubah menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida melalui kerja enzim glukosa oksidase. Hidrogen peroksida yang terbentuk kemudian bereaksi dengan fenol dan 4-aminoantipirin dengan bantuan enzim peroksidase, membentuk senyawa berwarna merah yang disebut quinoneimine. Intensitas warna tersebut diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm. Kadar glukosa dalam sampel sebanding dengan kekuatan warna yang terbentuk, sehingga metode ini memungkinkan penentuan kadar glukosa secara kuantitatif (Wulandari dkk., 2024).

2) Metode POCT (*Point Of Care Testing*)

POCT (*Point of Care Testing*) adalah metode yang mengukur kadar glukosa darah melalui enzim *glucose dehydrogenase* dan sampel darah kapiler. Pemeriksaan ini didasarkan pada prinsip deteksi elektrokimia. Dalam pengujian glukometer, enzim *glucose dehydrogenase* yang ada pada strip uji mengubah glukosa dalam sampel darah menjadi glukolakton. Reaksi ini menghasilkan arus listrik yang dapat dideteksi oleh glukometer (Wulandari dkk., 2024).

3) Metode heksokinase

Heksokinase berfungsi sebagai katalisator dalam metode heksokinase, yang mengubah glukosa menjadi glukosa 6-phospat dan adenosin difosfat. Glukosa 6-phospat *dehydrogenase* kemudian mengoksidase glukosa 6-phospat menjadi glukosa 6-P dan nikotinamida adenosin dinukleotida hydrogen menjadi nikotinamida adenin dinukleotida fosfat, jumlah yang dihasilkan sebanding dengan konsentras. Instrumen seperti Dimension RXL Max dan Kone Lab 60i digunakan untuk mengukur hasil reaksi sampel, dengan pengukuran kalorimeter pada panjang gelombang 340 nm dan 383 nm. Karena menggunakan peralatan otomatis, metode heksokinase kini jarang diterapkan (Wulandari dkk., 2024).

b. Metode kimiawi

Metode kimiawi memanfaatkan sifat reduksi glukosa, yang menyebabkan perubahan warna pada bahan indikator ketika glukosa tereduksi. Metode reduktometri dan metode furfural adalah dua contoh metode kimiawi (Wulandari dkk., 2024).

1) Metode reduktometri

Metode reduktometri dengan pereaksi folin wu didasarkan pada kemampuan glukosa untuk direduksi dalam larutan alkali panas. Asam tungstat diendapkan pada protein, dan sentrifugasi digunakan untuk mengeluarkannya. Untuk membentuk oksida tembaga, glukosa dalam filtrat plasma mempengaruhi ion tembaga dalam senyawa induk CuSO_4 . Berdasarkan pengukuran kalorimetri pada 430 nm, molibdenum biru dihasilkan karena pengaruh tembaga oksida terhadap asam fosfomolibdat. Reaksi terjadi dengan cepat, tetapi sayangnya tidak stabil, sehingga sulit untuk menganalisisnya (Wulandari dkk., 2024).

2) Metode furfural

Salah satu metode furfural melibatkan penggunaan pereaksi anthrone. Metode tersebut mampu diterapkan pada berbagai jenis pangan. Dengan pemanasan, anthrone bereaksi secara selektif dengan gula dalam asam sulfat pekat, menghasilkan warna biru kehijauan yang unik. Setelah larutan mendingin, absorbansi diukur dengan spektrofotometer. Sebagian besar pengukuran kimiawi sudah jarang dilakukan karena kurangnya spesifisitas pemeriksaan (Wulandari dkk., 2024).

B. Lansia

1. Definisi lansia

Usia lanjut, atau yang sering disebut lansia, merujuk pada fase dalam kehidupan di mana seseorang telah melewati masa sebelumnya yang mungkin lebih menyenangkan atau bermanfaat. Dalam pandangan masyarakat modern, orang yang lebih tua sering dianggap pasif, mudah lupa, tidak banyak memiliki nilai, kurang memiliki daya tarik, dan mengalami penurunan produktifitas jika dibandingkan dengan generasi muda. Seiring dengan kondisi tersebut, pemerintah sudah mencapai kemajuan signifikan di berbagai sektor, seperti ekonomi, lingkungan, serta ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama bidang kesehatan, yang pada gilirannya telah meningkatkan kualitas kesehatan dan harapan hidup. Sebagai akibatnya, jumlah penduduk usia lanjut terus meningkat pesat, fenomena yang dikenal dengan sebutan Lansia Booming (Akbar dkk., 2021).

Lansia adalah individu yang telah mencapai usia 60 tahun ke atas. Proses menua merupakan bagian alami dari kehidupan, bukan suatu penyakit, dan terjadi secara bertahap disertai dengan penurunan kemampuan tubuh dalam merespons

rangsangan internal maupun eksternal. Sesuai Undang-Undang No. 13 Tahun 1998, pembangunan nasional diarahkan untuk menciptakan masyarakat yang adil dan makmur berdasarkan Pancasila dan UUD 1945, termasuk menjamin kesejahteraan bagi para lansia. Hal ini telah berkontribusi pada peningkatan kondisi sosial masyarakat dan harapan hidup, yang pada gilirannya menyebabkan jumlah lansia semakin meningkat. Proses penuaan adalah bagian dari kehidupan manusia, yang dimulai dari kelahiran dan berlanjut hingga akhir hayat. Penuaan merupakan sebuah proses alami yang terjadi sepanjang hidup, dengan tahapan kehidupan yang terdiri dari masa anak, dewasa, dan tua. Saat memasuki usia lanjut, seseorang akan menghadapi berbagai masalah kesehatan, seperti penurunan fungsi tubuh yang berhubungan dengan kemunduran sel, serta peningkatan risiko penyakit. Beberapa masalah kesehatan yang umum dialami lansia yang mencakup masalah keseimbangan, kekurangan gizi, masalah penglihatan dan pendengaran, kerapuhan tulang, hipertensi, kebingungan mendadak, dan lain-lain (Moh Hanafi, Kriswoyo dan Priyanto, 2022).

2. Golongan usia lansia

Menurut WHO (*World Health Organization*) (dalam Akbar dkk., 2021) masa lanjut usia dibagi menjadi beberapa kelompok antara lain :

- a. Usia 45-59 tahun, disebut sebagai usia setengah baya atau *A-teda madya*.
- b. Usia 60-74 tahun, disebut sebagai usia lanjut atau *wreda utama*.
- c. Usia 75-90 tahun, disebut sebagai usia tua atau *prawasana*.
- d. Usia diatas 90 tahun, disebut sebagai usia sangat tua atau *wreda wasana*.

Sementara itu, Depkes RI (2005) menjelaskan bahwa lansia terbagi dalam tiga kategori usia lanjut *presenilis*, mencakup antara 45-59 tahun, usia lanjut yaitu 60

tahun ke atas dan usia lanjut berisiko, yaitu usia 70 tahun ke atas atau 60 tahun ke atas (Moh Hanafi, Kriswoyo dan Priyanto, 2022).

C. Hubungan Lansia dengan Kadar Glukosa Darah

Lansia sangat rentan terhadap penyakit degeneratif, salah satunya diabetes melitus, karena pada usia lanjut terjadi penurunan kemampuan memproduksi cukup insulin serta penurunan sensitivitas jaringan terhadap insulin. Kondisi tersebut bisa mengakibatkan meningkatnya glukosa darah lansia. DM adalah masalah metabolik jangka panjang karena ketidakmampuan tubuh dalam menghasilkan insulin secara efektif (Bahriah, Taliabo dan Rura, 2024).

Penuaan sering kali dikaitkan dengan kelemahan pada fisik. Seiring dengan bertambahnya usia, daya tahan dan stamina dalam melakukan aktivitas semakin menurun, serta kemampuan tubuh dalam melawan berbagai jenis penyakit semakin melemah akibatnya akan muncul gangguan kesehatan. Toleransi glukosa pada lansia cenderung menurun, dengan kadar glukosa plasma meningkat berkisar 1,5 mg/dL setiap 10 tahun. Kondisi tersebut disebabkan oleh penurunan produksi hormon insulin dan penurunan respons jaringan terhadap insulin. Selain itu, metabolisme basal juga mengalami penurunan sekitar 20% antara usia 30 hingga 90 tahun, yang disebabkan oleh berkurangnya massa tubuh tanpa lemak (jaringan tubuh yang aktif) pada lansia (Yusrita, Agnes Aryesta dan Juariah, 2024).