

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Pengertian diabetes melitus

Diabetes melitus merupakan gangguan metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia, yang terjadi akibat masalah pada sekresi atau fungsi insulin, atau keduanya. Insulin berfungsi mengatur kadar gula darah, tetapi jika asupan gula darah atau karbohidrat terlalu banyak, keseimbangan ini dapat terganggu, kemampuan insulin dalam mengendalikan kadar gula darah menjadi tidak optimal sehingga menyebabkan hiperglikemia. Penderita yang telah terdiagnosis diabetes melitus memerlukan terapi pengobatan jangka panjang untuk mencegah atau menurunkan risiko terjadinya komplikasi (Winta, Setiyorini, dan Wulandari, 2018).

Secara konseptual, diabetes melitus merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan ketidakmampuan tubuh dalam mengontrol kadar gula darah, sehingga menyebabkan kondisi hiperglikemia. Apabila kadar gula darah meningkat secara berlebihan, kondisi tersebut dapat menimbulkan berbagai tanda klinis, di antaranya sering berkemih, rasa haus yang berlebihan, peningkatan asupan makanan, serta penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan secara pasti, kelelahan disertai penurunan kemampuan aktivitas, gangguan penglihatan, serta meningkatnya kerentanan terhadap infeksi, baik yang disertai ketoasidosis maupun non-ketoasidosis. Hiperglikemia yang berlangsung dalam jangka waktu lama tidak hanya memengaruhi mekanisme sekresi insulin, tetapi juga menghambat kinerja insulin, sehingga berkontribusi terhadap terjadinya kerusakan kronis dan disfungsi pada sejumlah jaringan serta organ tubuh (Widiasari dkk., 2021).

Diabetes melitus tipe 2 merupakan gangguan metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar gula darah atau hiperglikemia. Kondisi ini terjadi akibat adanya gangguan pada sekresi insulin maupun penurunan efektivitas kerja insulin, sehingga mengakibatkan kelainan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Diabetes melitus tipe 2 merupakan kondisi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor predisposisi, seperti obesitas yang berhubungan dengan tingginya kadar gula darah, hipertensi, riwayat keluarga dengan diabetes melitus, serta dislipidemia sebagai gangguan metabolisme lipid. Penderita diabetes melitus tipe 2 memiliki risiko dua hingga empat kali lebih tinggi untuk mengalami penyakit kardiovaskular dibandingkan individu tanpa diabetes, serta cenderung memiliki risiko dislipidemia yang lebih besar. Gangguan pada pembuluh darah bahkan dapat terjadi sebelum diabetes terdiagnosis secara klinis, yang berkaitan dengan adanya resistensi insulin pada fase pradiabetes (Nasution, 2021).

Sebagai penyakit kronis yang bersifat progresif, diabetes melitus ditandai dengan ketidakmampuan sistem metabolik tubuh dalam mengolah karbohidrat, lemak, serta protein secara optimal, sehingga memicu peningkatan kadar gula darah dalam darah atau hiperglikemia. Dari beberapa definisi yang telah dipaparkan, dapat ditarik kesimpulan bahwa diabetes melitus adalah kondisi gangguan metabolik yang disebabkan oleh tidak mencukupi produksi insulin oleh tubuh atau ketidakefektifan kerja insulin dalam mengatur kadar gula darah. Keadaan ini dicirikan oleh terganggunya metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein sehingga menyebabkan peningkatan kadar gula darah dalam darah, dengan parameter klinis berupa gula darah sewaktu >200 mg/dL dan gula darah puasa >126 mg/dL (Heryadi, 2023).

2. Metabolisme diabetes melitus

Gula darah merupakan sumber energi utama hasil metabolisme karbohidrat yang terdapat dalam darah dan menjadi bahan bakar primer bagi berbagai organ tubuh. Kadar gula darah mengalami fluktuasi sepanjang hari, yang dipengaruhi oleh asupan makanan serta aktivitas fisik yang dilakukan. Nilai normal kadar gula darah berkisar antara 80–110 mg/dL. Untuk mempertahankan kestabilan kadar gula darah, berbagai hormon bekerja secara sinergis, dengan insulin sebagai hormon yang paling berperan. Insulin merupakan hormon peptida yang berfungsi menjaga homeostasis karbohidrat dengan menurunkan kadar gula darah melalui peningkatan pemanfaatan gula darah oleh sel, penyimpanan gula darah dalam bentuk cadangan, serta konversi gula darah ke dalam bentuk metabolik simpanan. Gangguan dalam produksi insulin, ketidakcukupan jumlah insulin, maupun penurunan sensitivitas jaringan terhadap kerja insulin dapat menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme yang dikenal sebagai diabetes melitus (Triana, 2017).

Diabetes melitus adalah kondisi gangguan metabolik yang ditandai dengan tingginya kadar gula darah akibat terganggunya mekanisme pengendalian gula darah dalam tubuh. Kondisi tersebut berkaitan dengan gangguan produksi maupun fungsi hormon insulin yang disekresikan oleh kelenjar pankreas. Hormon insulin berfungsi mengendalikan penggunaan gula darah oleh sel otot, jaringan lemak, dan sel-sel tubuh lainnya. Apabila sekresi insulin berkurang atau efektivitas kerjanya terganggu, kondisi tersebut akan menyebabkan peningkatan kadar gula darah yang berdampak pada terganggunya metabolisme karbohidrat, protein, serta lemak (Hidayat dkk., 2022).

3. Klasifikasi diabetes melitus

Menurut klasifikasi yang dikemukakan oleh Hartono dkk. (2020), diabetes melitus terdiri atas beberapa kategori umum:

a. Diabetes melitus tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 adalah penyakit yang disebabkan oleh proses autoimun, ketika sistem imun tubuh salah mengenali sel β pankreas sebagai ancaman dan kemudian merusaknya, sehingga mengganggu produksi insulin. Kondisi ini menyebabkan produksi insulin menurun secara signifikan atau bahkan berhenti sama sekali. Akibat dari keadaan ini, gula darah tidak dapat dimanfaatkan oleh sel sebagai sumber energi, sehingga terjadi peningkatan konsentrasi gula darah dalam aliran darah. Diabetes melitus tipe 1 lebih sering ditemukan pada kelompok anak dan remaja, meskipun kasusnya juga dapat terjadi pada berbagai rentang usia dan jenis kelamin. Penyakit ini ditandai oleh timbulnya gejala yang relatif cepat, dan jika tidak segera mendapatkan terapi insulin, kondisi penderita berpotensi memburuk hingga menyebabkan komplikasi berat, seperti koma.

b. Diabetes melitus tipe 2

Sebagai tipe diabetes yang paling dominan, diabetes melitus tipe 2 umumnya dialami oleh individu berusia lebih dari 40 tahun, yang mencakup sekitar 90–95% dari seluruh penderita, walaupun kondisi ini tidak menutup kemungkinan terjadi pada anak-anak dan remaja. Pada kondisi diabetes melitus tipe 2, pankreas tetap memproduksi insulin, tetapi terjadi penurunan sensitivitas dan efektivitas kerja hormon tersebut, yang mengakibatkan gangguan pengendalian kadar gula darah dan selanjutnya memicu peningkatan kadar gula darah. Sebagian besar penderita diabetes melitus tipe 2 tidak membutuhkan terapi insulin injeksi, melainkan

menggunakan obat antidiabetes oral yang bertujuan untuk meningkatkan sensitivitas insulin, mengendalikan kadar gula darah, serta mengoptimalkan metabolisme gula darah di hati.

c. Diabetes melitus gestational

Selama kehamilan, perubahan hormonal dapat menyebabkan resistensi insulin yang berujung pada terjadinya hiperglikemia, yang dikenal sebagai diabetes melitus gestasional. Penyakit ini biasanya terdeteksi pada trimester kedua atau ketiga dan tidak ditemukan riwayat diabetes sebelum kehamilan. Meskipun sering kali tidak menunjukkan manifestasi klinis yang nyata, kondisi ini berpotensi menimbulkan berbagai komplikasi pada ibu dan janin apabila tidak ditangani secara tepat.

d. Diabetes melitus tipe lain

Diabetes sekunder merupakan bentuk diabetes melitus yang terjadi sebagai akibat dari kondisi medis tertentu atau penggunaan terapi obat tertentu, yang dapat memengaruhi proses produksi insulin serta efektivitas kerjanya dalam tubuh. Beberapa kondisi yang diketahui berperan sebagai penyebab meliputi gangguan fungsi kelenjar adrenal atau hipofisis, penggunaan kortikosteroid, konsumsi obat-obatan tertentu termasuk antihipertensi dan antikolesterol, malnutrisi, serta infeksi tertentu.

4. Faktor risiko diabetes melitus

Risiko terjadinya diabetes melitus dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, yaitu faktor yang tidak dapat diubah dan faktor yang dapat diubah. Kedua faktor ini secara bersama-sama berkontribusi terhadap peningkatan kemungkinan terjadinya diabetes melitus (Widiasari dkk., 2021).

a. Faktor risiko yang tidak dapat diubah

1) Riwayat keluarga diabetes melitus

Salah satu faktor risiko diabetes melitus yang tidak dapat diubah adalah riwayat keluarga. Seseorang yang memiliki orang tua dengan diabetes melitus tipe 2 diketahui memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami diabetes melitus tipe 2 dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki riwayat keluarga penyakit tersebut. Peningkatan risiko diabetes melitus tipe 2 pada anak akan lebih signifikan apabila kedua orang tua memiliki riwayat penyakit tersebut. Secara teoritis, anak dengan salah satu orang tua penderita diabetes melitus tipe 2 memiliki risiko sekitar 40% untuk mengalami kondisi yang sama, sedangkan risiko tersebut dapat meningkat hingga 70% apabila kedua orang tua menderita diabetes melitus tipe 2. Diabetes melitus berkembang sebagai akibat dari hubungan yang saling memengaruhi antara faktor genetik dan pola hidup yang kurang sehat, yang secara bersama-sama memperbesar risiko terjadinya penyakit diabetes melitus.

2) Jenis kelamin

Salah satu faktor risiko yang berperan dalam terjadinya diabetes melitus adalah jenis kelamin, dengan perempuan dilaporkan memiliki risiko yang lebih tinggi. Hal ini secara fisiologis berkaitan dengan kecenderungan perempuan mengalami peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) yang lebih besar dibandingkan laki-laki. Pada perempuan, perubahan hormonal yang terjadi selama fase pramenstruasi maupun pascamenopause dapat berdampak pada distribusi lemak tubuh, sehingga memicu akumulasi lemak. Kondisi ini berkontribusi terhadap meningkatnya risiko diabetes melitus tipe 2.

3) Umur

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa prevalensi diabetes melitus lebih tinggi pada individu berusia di atas 45 tahun. Lansia merupakan kelompok yang memiliki risiko paling besar untuk menderita diabetes melitus tipe 2, yang secara fisiologis berkaitan dengan proses penuaan. Proses tersebut menyebabkan penurunan fungsi sel β pankreas serta berkurangnya sensitivitas jaringan terhadap insulin, sehingga sekresi dan kerja insulin menjadi kurang optimal.

b. Faktor risiko yang dapat diubah

1) Obesitas

Obesitas adalah keadaan terjadinya penumpukan lemak berlebihan dalam tubuh yang dipicu oleh ketidakseimbangan antara energi yang masuk dan energi yang dikeluarkan. Konsumsi kalori yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengeluaran energi, khususnya akibat kurangnya aktivitas fisik, berkontribusi terhadap akumulasi lemak tubuh, yang pada akhirnya meningkatkan risiko diabetes melitus tipe 2.

2) Hipertensi

Keterkaitan antara kadar gula darah dan tekanan darah terjadi karena adanya kesamaan faktor risiko yang mendasari kedua kondisi tersebut. Pada individu dengan diabetes melitus, resistensi insulin dan hiperinsulinemia dapat memicu peningkatan resistensi vaskular perifer serta kontraksi otot polos pembuluh darah akibat respons yang berlebihan terhadap norepinefrin dan angiotensin II, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan tekanan darah.

3) Ketidakaktifan fisik

Kurangnya aktivitas fisik yang melibatkan pengeluaran energi rendah dapat menyebabkan peningkatan adipositas, yang selanjutnya memicu penumpukan dan perubahan jaringan adiposa hingga berkembang menjadi obesitas. Kondisi kelebihan adipositas tersebut secara signifikan meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiometabolik, khususnya diabetes melitus tipe 2.

4) Pola makan

Pola makan yang tidak sehat, disertai dengan rendahnya aktivitas fisik dan meningkatnya aktivitas dengan pengeluaran energi minimal, dapat menyebabkan peningkatan adipositas. Kondisi ini selanjutnya memicu perubahan jaringan adiposa dan terjadinya obesitas. Akumulasi lemak berlebih tersebut secara signifikan meningkatkan risiko terjadinya penyakit kardiometabolik, khususnya diabetes melitus tipe 2.

5) Merokok dan alkohol

Paparan nikotin yang masuk ke dalam aliran darah dapat memengaruhi fungsi berbagai organ tubuh. Paparan zat berbahaya tersebut dalam jangka waktu lama dapat mengganggu sensitivitas insulin. Selain itu, konsumsi minuman beralkohol seperti bir dan anggur mengandung karbohidrat serta gula yang dapat berdampak buruk terhadap pengendalian kadar gula darah dan kerja insulin, sehingga meningkatkan risiko terjadinya diabetes melitus (Nasution, 2021).

5. Gejala diabetes melitus

Gejala pada penderita diabetes melitus dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu gejala klinis klasik dan gejala umum (Widiasari dkk., 2021).

a. Gejala klinis klasik

Gejala klasik diabetes meliputi:

- 1) Polidipsia yaitu kondisi sering merasa haus
- 2) Polifagia, yaitu kondisi sering merasa lapar yang disertai dengan peningkatan asupan makanan.
- 3) Poliuria, yaitu peningkatan frekuensi buang air kecil.
- 4) Penurunan berat badan, yang terjadi tanpa penyebab yang jelas

b. Gejala umum

Gejala umum yang sering dialami oleh penderita diabetes melitus antara lain:

- 1) Kelelahan, yaitu kondisi mudah merasa lelah meskipun tidak melakukan aktivitas berat.
- 2) Kegelisahan, berupa perasaan gelisah meskipun tidak terdapat gangguan tertentu.
- 3) Nyeri tubuh, khususnya nyeri sendi, yang berkaitan dengan neuropati diabetik akibat kerusakan saraf yang dipicu oleh gangguan metabolik.
- 4) Kesemutan.
- 5) Gangguan penglihatan dan gatal, berupa penglihatan kabur serta rasa gatal pada kulit.
- 6) Disfungsi ereksi pada pria, yaitu ketidakmampuan untuk mencapai atau mempertahankan ereksi yang adekuat saat berhubungan seksual.
- 7) Pruritus vulva pada wanita, yaitu keluhan gatal pada area genital eksternal perempuan.

6. Pencegahan diabetes melitus

Berbagai faktor yang berperan dalam peningkatan kadar gula darah serta risiko terjadinya komplikasi pada penderita diabetes melitus menuntut adanya penatalaksanaan yang tepat melalui upaya pencegahan dan perawatan yang optimal. Pencegahan diabetes melitus dapat dilakukan dengan melakukan pemeriksaan kesehatan secara rutin, menerapkan aktivitas fisik yang teratur, menjalani pola makan seimbang, serta mengonsumsi obat antidiabetes sesuai anjuran. Pendekatan CERDIK merupakan salah satu strategi dalam upaya pencegahan dan pengendalian diabetes melitus, yang mencakup pemeriksaan kesehatan secara berkala, seperti pemantauan tekanan darah serta kadar gula darah dan kolesterol. Selain itu, pendekatan ini juga melibatkan upaya menjaga berat badan ideal, menghindari kebiasaan merokok dan paparan asap rokok, serta melakukan aktivitas fisik yang sehat dan konsisten selama sekurang-kurangnya 30 menit setiap hari. Selain itu, disarankan untuk menerapkan pola makan seimbang dengan mengurangi konsumsi makanan manis dan minuman bersoda, meningkatkan konsumsi buah dan sayur, membatasi asupan gula hingga maksimal empat sendok makan atau sekitar 50 gram per hari, serta mengonsumsi makanan bergizi secara teratur. Pencegahan diabetes melitus juga perlu didukung dengan pemenuhan waktu tidur yang cukup serta pengelolaan stres secara efektif. Namun demikian, tingkat kesadaran dan pengetahuan masyarakat dalam menerapkan upaya pencegahan tersebut masih tergolong rendah (Sartika dkk., 2025).

B. Gula darah

1. Definisi gula darah

Gula darah adalah komponen karbohidrat yang berperan sebagai sumber energi utama bagi tubuh manusia. Zat ini diperoleh dari berbagai jenis makanan yang mengandung karbohidrat, baik dalam bentuk monosakarida, disakarida, polisakarida, yang selanjutnya akan dikonversi di organ hati menjadi gula darah. Gula darah tersebut digunakan dalam proses pembentukan energi untuk mendukung berbagai aktivitas metabolisme tubuh, terutama sebagai bahan bakar utama bagi otak. Dalam tubuh, gula darah dapat disimpan dalam bentuk glikogen dan beredar di dalam plasma darah sebagai gula darah (Rosares dan Boy, 2022).

Gula darah atau gula darah adalah kadar gula darah yang terdapat dalam darah dan merupakan parameter penting dalam menilai status kesehatan seseorang. Gula darah yang terdapat dalam darah berasal dari makanan yang dikonsumsi dan kemudian disalurkan melalui pembuluh darah ke berbagai sel tubuh untuk memenuhi kebutuhan energi. Kadar gula darah harus dipertahankan pada nilai normal, sebab peningkatan kadar gula darah secara berkelanjutan dapat menimbulkan kondisi hiperglikemia yang berisiko menyebabkan gangguan metabolik, seperti diabetes melitus, sedangkan penurunan kadar gula darah (hipoglikemia) dapat menimbulkan kondisi serius, termasuk penurunan kesadaran hingga pingsan (Raudah, Marsudi, dan Jayanti, 2019).

Gula darah adalah gula yang terdapat dalam sirkulasi darah dan memiliki peran penting sebagai sumber energi utama dalam metabolisme tubuh, termasuk sebagai bahan bakar utama bagi fungsi otak. Gula darah berasal dari karbohidrat makanan

dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka (Martsiningsih dan Gabrela, 2016).

2. Jenis pemeriksaan gula darah

Terdapat lima jenis pemeriksaan gula darah, salah satunya adalah sebagai berikut:

a. Pemeriksaan gula darah sewaktu

Gula darah sewaktu adalah pemeriksaan diagnostik yang dilakukan tanpa memperhatikan waktu terakhir makan, sehingga dapat dilakukan kapan saja. Dalam praktik klinis, pemeriksaan gula darah sewaktu banyak digunakan sebagai metode skrining untuk mendeteksi diabetes melitus. Hasil pemeriksaan dinyatakan normal apabila kadar gula darah yang diperoleh berada di bawah ambang batas 140 mg/dL (Alydrus, 2022).

b. Pemeriksaan gula darah puasa

Pemeriksaan gula darah puasa (GDP) merupakan prosedur pemeriksaan laboratorium untuk menilai kadar gula darah plasma, yang dilakukan setelah pasien melakukan puasa minimal selama 8 jam sebelum pengambilan sampel darah. Puasa dilakukan tanpa asupan makanan sehingga tidak terjadi proses pencernaan yang dapat memengaruhi kadar gula darah. Dalam situasi tersebut, tubuh berupaya mempertahankan kadar gula darah normal dengan mengandalkan cadangan gula darah yang terdapat di hati dan jaringan perifer, disertai dengan pengaruh hormon-hormon pengatur gula darah (Yusuf, 2023).

c. Pemeriksaan gula darah post-prandial (2jam setelah makan)

Pemeriksaan gula darah post-prandial adalah metode pemeriksaan kadar gula darah yang dilakukan dua jam setelah makan, yang bertujuan untuk menilai

kemampuan tubuh dalam mengatur kadar gula darah setelah asupan makanan. Pemeriksaan gula darah post-prandial dapat dilakukan bersamaan dengan pemeriksaan gula darah puasa, yaitu setelah pengambilan sampel gula darah puasa, pasien diminta mengonsumsi satu porsi makanan biasa, kemudian kadar gula darah diukur kembali setelah 2 jam. Standarisasi pemeriksaan ini relatif sulit dilakukan karena jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi tidak dapat dibakukan, serta sulitnya pengawasan pasien selama interval waktu 2 jam. Pada kondisi normal, kadar gula darah puasa berkisar antara 80–110 mg/dL dan akan mengalami peningkatan pada jam pertama setelah makan, kemudian kembali ke kadar normal dalam waktu 2 jam. Hal ini menandakan bahwa proses pembuangan gula darah oleh tubuh berjalan dengan baik. Namun, jika hasil pemeriksaan gula darah dua jam post-prandial menunjukkan nilai abnormal, maka pemeriksaan Tes Toleransi Gula darah Oral (TTGO) dapat digunakan sebagai pemeriksaan lanjutan untuk menilai kemungkinan gangguan metabolisme karbohidrat (Triana, 2017).

d. Test toleransi gula darah oral (TTGO)

TTGO adalah pemeriksaan yang ditujukan bagi individu dengan tanda dan gejala klinis diabetes melitus, tetapi hasil pemeriksaan gula darah puasa atau gula darah sewaktu belum mencapai nilai cut off yang ditetapkan, ataupun menunjukkan hasil yang bertentangan dengan gambaran klinis. Dalam pemeriksaan TTGO, individu diberikan beban gula darah secara oral untuk merangsang sekresi insulin, sehingga mekanisme pengaturan kadar gula darah dapat dievaluasi dalam kondisi normal. Tes Toleransi Gula darah Oral (TTGO) merupakan pemeriksaan yang digunakan untuk menilai fungsi sel β pankreas dan sensitivitas jaringan tubuh terhadap insulin. Selain itu, TTGO juga berperan dalam mendeteksi gula darah

puasa terganggu (GDPT), yang ditunjukkan oleh kadar gula darah ≥ 200 mg/dL setelah pemberian beban gula darah (Masdar dkk., 2021).

e. Pemeriksaan test HbA1c

HbA1c merupakan pemeriksaan tunggal terbaik untuk menilai kontrol glikemik jangka panjang serta risiko terjadinya kerusakan jaringan akibat tingginya kadar gula darah. Pemeriksaan ini digunakan untuk menilai rata-rata kadar gula darah dalam periode sekitar 2–3 bulan terakhir. Kontrol glikemik yang adekuat menjadi faktor penting dalam upaya pencegahan komplikasi pada pasien diabetes melitus. (Dewi Sarihati, 2018).

3. Metode pemeriksaan gula darah

Terdapat berbagai metode yang digunakan untuk penetapan kadar gula darah plasma, salah satunya adalah sebagai berikut:

a. Metode GOD-POD (*Semi-automatic analyzer*)

Dalam metode GOD–POD, enzim gula darah oksidase (GOD) berfungsi mengoksidasi β -D-gula darah menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Hidrogen peroksida yang dihasilkan selanjutnya bereaksi dengan enzim peroksidase (POD), yang menyebabkan terjadinya pelepasan oksigen. Oksigen yang dihasilkan bereaksi dengan 4-aminoantipirin dan fenol, membentuk senyawa berwarna quinoneimine. Intensitas warna tersebut diukur menggunakan kolorimeter pada panjang gelombang 530 nm, kemudian dibandingkan dengan larutan standar yang telah melalui perlakuan identik. Metode GOD–POD dikenal memiliki tingkat akurasi dan spesifisitas yang tinggi serta relatif bebas dari gangguan, sehingga banyak digunakan dalam pemeriksaan gula darah di laboratorium klinik.

b. Metode glukometer (*Truworth G30*)

Pemeriksaan gula darah dengan menggunakan glukometer merupakan metode langsung yang memanfaatkan alat glucometer. Kadar gula darah diukur berdasarkan arus listrik yang dihasilkan dari reaksi gula darah dalam sampel darah dengan reagen pada strip uji. Besarnya arus listrik yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi gula darah, kemudian diolah oleh alat dan ditampilkan sebagai hasil kadar gula darah terkini. Metode ini bersifat praktis, cepat, dan mudah digunakan.

c. Metode heksokinase

Metode heksokinase menggunakan enzim heksokinase untuk mengkatalisis reaksi perubahan gula darah menjadi gula darah-6-fosfat dengan bantuan ATP. Selanjutnya, gula darah-6-fosfat dioksidasi menjadi NADPH (Nikotinamid Adenin Dinukleotida Fosfat Hidrogen) yang diukur secara spektrofotometri. Metode ini dikenal memiliki tingkat akurasi dan spesifisitas yang tinggi dibandingkan metode lainnya, namun memerlukan reagen yang relatif mahal.

d. Metode enzimatik *point-of care testing* (POCT)

Point-of-Care Testing (POCT) merupakan metode pemeriksaan gula darah yang menggunakan prinsip elektrokimia. Enzim seperti gula darah dehidrogenase mengubah gula darah dalam darah menjadi glukolakton, menghasilkan arus listrik yang kemudian dikonversi menjadi sinyal yang mencerminkan kadar gula darah. Metode ini sangat cepat dan praktis untuk pemeriksaan di lapangan, seperti penggunaan glukometer. Namun, akurasi hasil dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kadar hematokrit darah.

e. Metode folin dan wu

Metode Folin dan Wu didasarkan pada kemampuan gula darah untuk bertindak sebagai agen pereduksi dalam larutan alkali panas. Protein plasma diendapkan menggunakan asam tungstat dan kemudian dipisahkan melalui proses sentrifugasi. Filtrat yang mengandung gula darah akan mereduksi ion kupri (Cu^{2+}) dari CuSO_4 menjadi kuprus oksida (Cu_2O) dalam kondisi basa. Kuprus oksida kemudian bereaksi dengan asam fosfomolibdat membentuk warna molibdenum biru, yang diukur secara kolorimetri pada panjang gelombang 430 nm (Yusuf dkk., 2023).

C. Hipertensi

1. Pengertian hipertensi

Hipertensi, atau yang dikenal sebagai tekanan darah tinggi, adalah kondisi kronik yang ditandai dengan peningkatan tekanan darah secara terus-menerus pada pembuluh arteri. Tekanan darah ini timbul dari gaya yang dihasilkan oleh jantung ketika memompa darah ke seluruh tubuh. Hipertensi berkaitan dengan peningkatan tekanan darah sistolik dan/atau diastolik pada arteri sistemik yang berlangsung secara terus-menerus. Hipertensi sering kali disebut sebagai silent disease karena pada tahap awal, kondisi ini jarang menimbulkan gejala yang dapat dikenali secara klinis. Namun, beberapa gejala yang dapat muncul antara lain pusing, perasaan gelisah, wajah tampak kemerahan, telinga berdengung, sesak napas, mudah lelah, serta gangguan penglihatan seperti mata berkunang-kunang (Gokhon, 2025).

Hipertensi adalah suatu keadaan ketika tekanan darah berada di atas batas normal dan sering disebut sebagai penyakit tekanan darah tinggi. Tekanan darah normal pada individu dewasa umumnya berada pada batas 120/80 mmHg atau lebih rendah (Ekasari dkk., 2021). Definisi hipertensi berdasarkan laporan *American*

Heart Association (AHA) dan *American College of Cardiology (ACC)* adalah kondisi saat tekanan darah sistolik >130 mmHg atau tekanan darah diastolik >80 mmHg (Manik dan Ronoatmodjo 2019). Hipertensi yang tidak ditangani secara tepat dan berkelanjutan dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius. Beberapa dampak yang dapat terjadi antara lain gagal ginjal, penyakit jantung koroner, stroke, gangguan penglihatan hingga kebutaan, bahkan berujung pada kematian. Oleh karena itu, hipertensi memerlukan perhatian dan penanganan yang tepat untuk mencegah terjadinya komplikasi yang lebih berat (Lakoro, Handian, dan Susanti, 2023).

2. Klasifikasi tekanan darah

Tekanan darah diklasifikasikan berdasarkan hasil pengukuran tekanan sistolik dan diastolik. Setiap kategori mencerminkan kondisi kesehatan sistem kardiovaskular seseorang serta menentukan bentuk penatalaksanaan yang diperlukan. Menurut *World Health Organization (WHO)*, klasifikasi tekanan darah dibagi sebagai berikut:

a. Tekanan darah normal

Tekanan darah dinyatakan normal apabila nilai sistolik dan diastolik berada pada atau di bawah 120/80 mmHg. Kondisi ini perlu dipertahankan melalui penerapan pola hidup sehat, seperti konsumsi makanan bergizi seimbang, menjaga berat badan ideal, serta melakukan aktivitas fisik atau olahraga secara teratur.

b. Pra hipertensi

Individu dikategorikan mengalami prahipertensi apabila tekanan darahnya berkisar antara lebih dari 120/80 mmHg hingga 139/89 mmHg. Prahipertensi merupakan faktor risiko bagi penyakit kardiovaskular, termasuk jantung koroner

dan stroke. Oleh karena itu, diperlukan perubahan gaya hidup menjadi lebih sehat, dan pada kondisi tertentu, tenaga medis dapat mempertimbangkan pemberian terapi untuk mencegah perkembangan menjadi hipertensi.

c. Hipertensi

Tekanan darah diklasifikasikan sebagai hipertensi apabila nilai sistolik dan diastolik mencapai atau melebihi 140/90 mmHg. Pada tahap ini, terapi yang diberikan umumnya meliputi obat antihipertensi, baik tunggal maupun kombinasi, disertai dengan penerapan pola hidup sehat sesuai rekomendasi tenaga kesehatan (Ekasari dkk., 2021).

3. Faktor risiko hipertensi

Hipertensi merupakan penyakit yang dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko, baik yang bersifat modifikabel maupun tidak. Berdasarkan Wahyu Tasya dan Putri (2022), faktor risiko yang dapat dimodifikasi meliputi konsumsi garam yang tinggi, kebiasaan merokok dan alkohol, kurangnya aktivitas fisik, serta kelebihan berat badan atau obesitas. Selain faktor yang dapat dimodifikasi, terdapat juga faktor risiko hipertensi yang tidak dapat diubah, antara lain usia, jenis kelamin, dan riwayat keluarga hipertensi. Berikut ini adalah penjelasan mengenai setiap faktor tersebut:

a. Faktor risiko yang dapat dimodifikasi:

1) Konsumsi garam berlebih

Asupan garam yang melebihi kebutuhan tubuh dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah pada pembuluh darah arteri. Kondisi ini mengakibatkan pembuluh darah menjadi kaku dan menyempit, sehingga aliran darah serta pasokan oksigen ke organ-organ vital menurun. Jantung pun harus bekerja lebih keras untuk

memompa darah ke seluruh tubuh, yang pada akhirnya memicu kenaikan tekanan darah.

2) Merokok dan konsumsi alkohol

Nikotin yang terkandung dalam rokok diketahui dapat meningkatkan tekanan darah dan denyut jantung, menyebabkan penyempitan serta pengerasan pembuluh darah arteri, dan meningkatkan kecenderungan pembekuan darah. Selain itu, konsumsi alkohol dalam jangka panjang dapat menimbulkan berbagai gangguan kardiovaskular, seperti peningkatan tekanan darah, gangguan irama jantung, serta penurunan fungsi otot jantung.

3) Kurang aktivitas fisik

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam menjaga tekanan darah tetap normal, menurunkan lemak tubuh, serta mengontrol kadar kolesterol dan trigliserida. Oleh karena itu, individu yang kurang melakukan aktivitas fisik cenderung memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami hipertensi.

4) Kelebihan berat badan atau obesitas

Sistem *Renin Angiotensin Aldosterone* (RAAS) berperan dalam pengaturan tekanan darah dan fungsi kardiovaskular. Pada individu dengan obesitas, sistem RAAS cenderung mengalami aktivasi berlebihan, yang berkontribusi terhadap peningkatan tekanan darah dan perkembangan hipertensi.

b. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi

1) Usia

Pertambahan usia sering dikaitkan dengan peningkatan tekanan darah akibat perubahan struktural pembuluh darah yang menjadi lebih kaku. Kekakuan arteri

tersebut memiliki hubungan positif dengan meningkatnya tekanan darah seiring bertambahnya usia.

2) Jenis kelamin

Hipertensi umumnya lebih banyak ditemukan pada laki-laki dibandingkan perempuan. Namun, setelah usia lanjut, khususnya di atas 60 tahun, prevalensi hipertensi justru lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki.

3) Riwayat hipertensi keluarga

Individu yang memiliki riwayat keluarga dengan hipertensi menunjukkan prevalensi hipertensi yang lebih tinggi. Faktor genetik ini juga sering dikaitkan dengan kejadian obesitas, obesitas sentral, serta sindrom metabolik, yang semakin meningkatkan risiko terjadinya hipertensi.

4. Gejala hipertensi

Menurut *World Health Organization* (WHO) (2025), sebagian besar individu yang mengalami hipertensi tidak menunjukkan gejala yang jelas, sehingga kondisi ini sering tidak disadari. Ketika tekanan darah sangat tinggi, keluhan seperti sakit kepala, gangguan penglihatan, nyeri dada, dan gejala lain dapat muncul. Dengan demikian, pemeriksaan tekanan darah secara rutin merupakan metode paling efektif untuk mengetahui kondisi tekanan darah individu. Hipertensi yang tidak mendapatkan penanganan dapat meningkatkan risiko terjadinya berbagai penyakit serius, termasuk gangguan ginjal, penyakit jantung, dan stroke. Beberapa gejala yang dapat dialami oleh penderita hipertensi antara lain sakit kepala berat, nyeri dada, pusing, sesak napas, mual, muntah, penglihatan kabur atau perubahan visual lainnya, rasa cemas, kebingungan, telinga berdengung, mimisan, serta gangguan irama jantung.

5. Pencegahan hipertensi

Terapi hipertensi tidak hanya berfokus pada pengobatan, tetapi juga perlu dikombinasikan dengan tindakan pencegahan untuk mengurangi risiko komplikasi kardiovaskular yang dapat timbul akibat hipertensi. Pencegahan serta pengendalian hipertensi berfokus pada penyesuaian pola makan dan implementasi gaya hidup sehat. Langkah-langkah pencegahan yang dapat dilakukan meliputi beberapa hal berikut:

- a. Menerapkan pola makan yang sehat dan seimbang.
- b. Membatasi asupan garam hingga sekitar 4–6 gram per hari serta menghindari makanan yang mengandung soda kue, bumbu penyedap, dan bahan pengawet.
- c. Mengurangi konsumsi makanan tinggi kolesterol, seperti jeroan, kuning telur, kepiting, cumi-cumi, cokelat, margarin, mentega, dan kerang.
- d. Menghentikan kebiasaan merokok serta menghindari konsumsi minuman beralkohol.
- e. Melakukan aktivitas fisik atau olahraga secara teratur.
- f. Mengelola dan menghindari stres secara efektif (Nuraini, 2015).

6. Metode pemeriksaan tekanan darah

Sphygmomanometer, yang dikenal sebagai tensimeter, memiliki tiga jenis, yaitu tensimeter air raksa, tensimeter pegas, dan tensimeter digital. Tensimeter air raksa menjadi alat ukur tekanan darah yang pertama kali digunakan secara luas. Alat ini memanfaatkan air raksa sebagai media pengukuran dan memerlukan stetoskop untuk mendengarkan bunyi Korotkoff dalam penentuan tekanan darah sistolik dan diastolik. Pada periode sebelumnya, tensimeter air raksa dikenal sebagai gold standard dalam pengukuran tekanan darah. Namun demikian, alat ini

mulai ditinggalkan karena isu lingkungan terkait limbah medis yang mengandung air raksa serta risiko keselamatan akibat tumpahan atau pecahnya kolom air raksa. Pada tahun 1998, Badan Perlindungan Lingkungan dan Asosiasi Rumah Sakit Amerika sepakat untuk menghapus penggunaan limbah air raksa dalam layanan kesehatan pada tahun 2005.

Seiring dengan kebijakan tersebut, banyak fasilitas pelayanan kesehatan beralih menggunakan tensimeter pegas atau aneroid. Tensimeter jenis ini bekerja menggunakan sistem jarum penunjuk dan skala angka, sehingga lebih aman karena tidak mengandung air raksa. Sama seperti tensimeter air raksa, penggunaan tensimeter aneroid tetap memerlukan stetoskop untuk mendengarkan bunyi tekanan darah. Perkembangan teknologi selanjutnya menghasilkan tensimeter digital atau otomatis. Alat ini dinilai lebih praktis dan mudah digunakan karena tidak memerlukan stetoskop. Pemeriksa cukup menyalakan alat dan memasang manset pada lengan, kemudian alat akan secara otomatis mengukur tekanan darah dan menampilkan hasilnya dalam bentuk angka pada layar LCD (Eriska dkk., 2016).

D. Lansia

Lanjut usia (lansia) merupakan fase kehidupan yang dimulai pada usia 60 tahun ke atas, yang terjadi sebagai bagian dari proses penuaan alami dan bersifat universal bagi setiap individu. Berdasarkan klasifikasi *World Health Organization* (WHO), lansia dibagi menjadi empat kelompok usia: usia pertengahan (45–59 tahun), lanjut usia awal (60–74 tahun), usia tua (75–90 tahun), dan usia sangat tua (≥ 90 tahun). Di Indonesia, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mengelompokkan lansia menjadi beberapa kategori, yakni usia praseenilis (49–59 tahun), lanjut usia (>60

tahun), dan lanjut usia dengan risiko tinggi (≥ 70 tahun) (Pujiastuti, Hidayah, dan Azis, 2022).

Memasuki tahap lanjut usia, Lansia merupakan kelompok yang memiliki risiko paling besar untuk menderita diabetes melitus, yang secara fisiologis berkaitan dengan proses penuaan. Proses tersebut menyebabkan penurunan fungsi sel β pankreas serta berkurangnya sensitivitas jaringan terhadap insulin, sehingga sekresi dan kerja insulin menjadi kurang optimal. Selain itu, meningkatnya angka harapan hidup turut berkontribusi terhadap tingginya risiko terjadinya berbagai masalah kesehatan pada lansia. Hal ini berkaitan dengan menurunnya daya tahan tubuh serta berkurangnya efektivitas mekanisme homeostasis. Kondisi tersebut menjadikan lansia lebih rentan mengalami penyakit degeneratif, seperti diabetes melitus dan hipertensi (Amin dan Puspitasari, 2016).

Penurunan fungsi fisiologis yang berlangsung seiring dengan pertambahan usia memiliki keterkaitan erat dengan meningkatnya risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2. Pada kelompok lansia, terjadi penurunan fungsi sel β pankreas disertai berkurangnya sensitivitas jaringan terhadap insulin, sehingga proses sekresi maupun kerja insulin tidak berlangsung secara optimal. Kondisi tersebut berperan dalam terjadinya hiperglikemia kronis pada usia lanjut (Widiastuti, 2019). Selain berisiko mengalami diabetes melitus, lansia juga memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk menderita hipertensi. Hipertensi adalah penyakit dengan etiologi multifaktorial yang dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor, salah satunya adalah proses penuaan. Memasuki usia di atas 45 tahun, dinding arteri menebal akibat penumpukan kolagen pada lapisan otot polos, sehingga elastisitas pembuluh darah menurun dan lumen mengalami penyempitan. Elastisitas arteri yang menurun

menyebabkan tekanan darah sistolik terus meningkat hingga dekade ketujuh kehidupan, sementara tekanan darah diastolik meningkat hingga dekade kelima atau keenam sebelum mengalami stabilisasi atau penurunan.

Lansia mengalami peningkatan resistensi vaskular perifer dan aktivitas sistem saraf simpatik, bersamaan dengan menurunnya sensitivitas baroreseptor yang berperan dalam regulasi tekanan darah serta penurunan fungsi ginjal, ditandai dengan aliran darah ginjal dan laju filtrasi glomerulus yang menurun. Berbagai perubahan fisiologis tersebut secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan tekanan darah dan risiko terjadinya hipertensi pada lansia (Nuraini, 2015).

E. Hubungan Kadar Gula Darah Puasa Dengan Tekanan Darah Pada

Lansia Penderita Diabetes

Menurut Riskesdas tahun 2018, prevalensi diabetes melitus di Indonesia mencapai 8,5%. Provinsi Bali termasuk wilayah dengan jumlah kasus diabetes melitus yang cukup tinggi, yaitu sebesar 1,5% (Dewa dkk., 2022). Berdasarkan data pelayanan kesehatan di Kota Denpasar tahun 2023 menunjukkan bahwa terdapat 4.484 penderita diabetes melitus yang berasal dari Kecamatan Denpasar Selatan. Selain itu, data Puskesmas III Denpasar Selatan mencatat sebanyak 4,7% masyarakat yang dilayani menderita diabetes melitus. Data dari *American Diabetes Association* (ADA, 2021) juga menyatakan bahwa sebagian besar penderita diabetes melitus tipe 2 mengalami hipertensi (Hidayat dkk., 2022).

Diabetes melitus dapat menimbulkan komplikasi akut maupun kronik. Komplikasi akut meliputi hiperglikemia, ketoasidosis diabetik (KAD), dan hiperglikemia hiperosmolar (HHS). Sementara itu, komplikasi kronik yang sering terjadi mencakup gangguan penglihatan, kerusakan ginjal, gangguan saraf, kelainan

pada kaki dan kulit, serta penyakit kardiovaskular (Febrinasari dkk., 2020). Salah satu komplikasi kronik yang berkaitan dengan sistem kardiovaskular adalah makroangiopati diabetik, yang terjadi akibat kadar gula darah yang tinggi dalam jangka waktu lama. Gula darah yang tinggi dalam jangka panjang dapat mengikat protein pada dinding pembuluh darah dan menghasilkan *Advanced Glycosylated End Products* (AGEs), yang kemudian merusak sel endotel dan memicu proses inflamasi. Kondisi ini mempermudah penumpukan lemak dan kolesterol pada dinding pembuluh darah, sehingga terbentuk plak yang menyebabkan pembuluh darah menjadi kaku dan menyempit. Perubahan struktur dan elastisitas pembuluh darah tersebut mengakibatkan gangguan aliran darah dan berkontribusi terhadap peningkatan tekanan darah atau hipertensi (Amin dan Puspitasari, 2019).

Hipertensi merupakan kondisi tekanan darah yang berada di atas nilai normal, yaitu lebih dari 120/80 mmHg (Widyaswara, Wulandari, dan Putri, 2022). Pengendalian gula darah pada pasien diabetes melitus sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya komplikasi pada sistem kardiovaskular, termasuk hipertensi. Manajemen yang baik terhadap kadar gula darah dan tekanan darah pada pasien diabetes melitus tipe 2 dapat meningkatkan kualitas hidup sekaligus mengurangi risiko komplikasi dan beban biaya pelayanan kesehatan (Setiyorini dan Wulandari, 2018).