

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hipertensi

1. Definisi Hipertensi

Bila tekanan darah arteri terus-menerus berada di atas kisaran normal, maka akan terjadi suatu keadaan yang biasa disebut sebagai hipertensi (tekanan darah tinggi). Mengacu Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, nilai tekanan darah sistolik senilai 140 ataupun 90 mm Hg dikategorikan sebagai hipertensi. Julukan “pembunuh diam-diam” berasal dari fakta bahwasanya hipertensi umumnya tidak memperlihatkan gejala dan dapat menimbulkan konsekuensi serius, termasuk pingsan, pusing, rasa tidak nyaman di dada, serta sakit kepala (Manongga et al., 2024).

Hipertensi adalah penyakit yang umum pada pasien diabetes mellitus, dengan prevalensi antara 40 dan 80%. Terbentuknya produk akhir glikasi lanjutan (AGEs) serta proses oksidasi pada dinding pembuluh darah ialah akibat dari kadar glukosa darahnya yang tidak terkendali, yang memberikan kerusakan pembuluh darah serta menyebabkan pengerasan serta penyumbatan, yang meningkatkan tekanan darah. Gaya hidup sedentari, asupan kalori berlebihan, dan resistensi insulin adalah penyebab lain hipertensi pada pasien diabetes mellitus (Damayanti et al., 2023).

Kondisi kesehatan yang diketahui sebagai hipertensi bisa didefinisikan sebagai tekanan darah yang secara terus-menerus tinggi ($\geq 140/90$ mmHg) baik untuk tekanan sistolik maupun diastolik dapat berlangsung tanpa gejala khas, dan berpotensi menimbulkan komplikasi serius pada organ tubuh.

2. Patofisiologi Hipertensi

Mekanisme kompleks serta berbagai sistem organ yang menyebabkan peningkatan tekanan darah yang menetap disebut sebagai patofisiologi hipertensi. Baik curah jantung maupun resistensi vaskular perifer total bekerja sama dalam menentukan tekanan darah. Ada dua jenis hipertensi: hipertensi esensial, yang penyebabnya masih belum diketahui, serta hipertensi sekunder, yang mempunyai penyebab medis yang bisa diidentifikasi, termasuk masalah

pada ginjal ataupun kelenjar adrenal mencakup hampir 90% dari seluruh kasus hipertensi (Rahmawati & Kasih, 2023).

Salah satu proses penting dalam patofisiologi hipertensi ialah aktivasi sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS). Renin diproduksi oleh ginjal; enzim inilah yang pertama kali mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin I. Selanjutnya, ACE memberikan perubahan angiotensin I membentuk angiotensin II. Sebagai vasokonstriktor yang kuat, angiotensin II mengalami peningkatan resistensi vaskular serta memicu sekresi aldosteron, yang meningkatkan retensi natrium dan cairan dalam tulang (Anastasya et al., 2023).

Menurut tinjauan yang diterbitkan di *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, *Advances in pathogenesis and treatment of essential hypertension* (2022), peningkatan resistensi vaskular perifer jangka panjang disebabkan oleh vasokonstriksi arteri kecil, remodelling vaskular (yang berarti dinding arteri menjadi lebih kuat, dan penurunan lumen) dan kekakuan arteri (“arterial stiffness”). Semua faktor ini berkontribusi pada peningkatan resistensi vaskular total dan gangguan regulasi volume darah. Problem dengan regulasi volume intravaskular dan natrium termasuk retensi natrium oleh ginjal, yang menghasilkan volume darahnya yang lebih besar serta tekanan arteri yang lebih tinggi (Ma & Chen, 2022).

Penyakit ginjal kronis, yang mengganggu fungsi ekskresi, menyebabkan retensi garam dan air, atau kelainan hormonal, seperti hiperaldosteronisme, yang menyebabkan volume darah dan resistensi vaskular, adalah beberapa penyebab hipertensi sekunder (Wati, 2023). Dalam hipertensi esensial, sistem saraf simpatis terus diaktifkan, yang menyebabkan vasokonstriksi, denyut jantung yang lebih tinggi, dan produksi hormon stres, yang memperburuk kondisi hipertensi. Selain faktor neurohormon, faktor genetik serta faktor lingkungannya seperti konsumsi garam tinggi, obesitas, dan stres juga memengaruhi proses ini.

Secara ringkas patofisiologi hipertensi meliputi:

1. Peningkatan output jantung serta resistensi pembuluh darah perifer

2. Aktivasi sistem RAAS, yang meningkatkan vasokonstriksi dan retensi cairan
3. Stimulasi sistem saraf simpatik jangka Panjang
4. Faktor lingkungan dan genetik sebagai predisposisi
5. Pada hipertensi sekunder yang disebabkan oleh kelainan atau penyakit tertentu (ginjal, adrenal, hormonal)
6. Kerusakan organ target akibat hipertensi yang tidak terkontrol

3. Klasifikasi Hipertensi

Metode standar dalam mendiagnosis hipertensi dilaksanakan dengan mengukur tekanan darah sistolik serta diastolik sebanyak dua kali ataupun lebih. Menurut Isni et al., (2024) “hipertensi bisa dikategorikan ke dalam beberapa tahap: normal, prahipertensi, hipertensi tahap 1, serta hipertensi tahap 2”. Bila nilai tekanan darah diastolik serta sistolik masing-masing berada di bawah 80 serta 120 mmHg, tekanan darah tersebut dianggap normal. Kisaran 120–139 mmHg ataupun 80–89 mmHg dikategorikan sebagai prehipertensi. Nilai tekanan darah antara 140 dan 159 mmHg ataupun 90 serta 99 mmHg dikategorikan sebagai hipertensi tingkat 1. Jenis hipertensi lain yang muncul ketika tekanan darah sistolik terlalu tinggi disebut hipertensi sistolik terisolasi. Ketika ginjal ataupun sistem endokrin mengalami gangguan, hal ini bisa menyebabkan hipertensi sekunder, tetapi hipertensi primer ataupun esensial memengaruhi sebagian besar orang (sekitar 90%) serta mempunyai etiologi yang tidak diketahui. Diperlukan setidaknya dua pengukuran tekanan darah mingguan bagi konfirmasi diagnosis.

4. Faktor Risiko Hipertensi

Barker et al. dalam (Rahmawati & Kasih, 2023) menjelaskan bahwa selama periode perinatal, Terdapat sejumlah variabel yang mungkin memengaruhi tekanan darah serta perkembangan janin, namun penyebab paling spesifik dari hipertensi adalah faktor keturunan serta faktor lingkungannya. Faktor risiko hipertensi pada kaum muda antara lain pilihan pola hidupnya yang tidak sehat, seperti merokok, kurang melaksanakan aktivitas, pola makan yang tidak sehat, serta mengalami stres yang berlebihan. Meningkatnya risiko penyakit kardiovaskular pada usia paruh baya ialah

alasan utama mengapa hipertensi pada kaum muda perlu ditangani. Kematian, gagal ginjal, penyakit jantung, serta stroke termasuk di antara konsekuensi serius yang mungkin terjadi.

B. Kadar Glukosa Darah

1. Definisi Glukosa Darah

Kadar glukosa dalam darah pada orang normal berkisar antara 70 dan 150 mg/dL, ataupun 4-8 mmol/L. Kadar ini dapat meningkat setelah makan malam dan turun sebelum makan pagi. Hormon insulin dan hormon lain seperti leptin bertanggung jawab atas pengaturan kadar glukosa ini. Ada kemungkinan bahwa gangguan metabolik seperti diabetes mellitus ditunjukkan oleh ketidak seimbangan kadar glukosa darah, terutama hiperglikemia, glukosa darah yang tinggi tetap menjadi salah satu gejala penyakit ini. Hipoglikemia menjadi tanda klinis penting untuk diagnosis dan pengobatan penyakit ini (Lestari et al., 2021).

Glukosa darah berfungsi sebagai sumber energi utama untuk berbagai proses fisiologis, terutama pada otak, yang sangat bergantung pada glukosa sebagai bahan bakar. Hormon insulin dan leptin mengatur kadar glukosa darah, yang menjaga metabolisme energi stabil. Kadar glukosa yang terlalu tinggi (hiperglikemia) atau terlalu rendah dapat menunjukkan gangguan metabolik, termasuk diabetes mellitus. Pengukuran kadar glukosa darah telah menjadi penting dalam dunia medis sebagai alat diagnostik untuk menemukan gangguan metabolisme gula darah dan untuk terapi dan pemantauan pasien diabetes. Tes toleransi glukosa oral serta kadar hemoglobin terglikasi (HbA1C) serta pengukuran gula darahnya sewaktu dan gula darah puasa ialah beberapa metode yang bisa dipakai dalam mengukur kadar gula darah (Endiyasa et al., 2019).

2. Metabolisme Glukosa Darah

Tubuh menggunakan glukosa darah sebagai sumber energi utamanya melalui proses biologis yang dikenal sebagai metabolisme glukosa darah. Setelah karbohidrat dipecahkan melalui hidrolisis, usus halus menyerap glukosa, terutama glukosa. Setelah diserap, glukosa masuk ke dalam sirkulasi darah serta mengalami glikolisis hingga berubah menjadi piruvat. Konversi

piruvat menjadi laktat terjadi dalam kondisi anaerobik, sementara konversi menjadi asetil-CoA terjadi dalam kondisi aerobik. Setelah itu, asetil-CoA masuk ke dalam siklus asam sitrat guna menghasilkan energi seluler dalam bentuk ATP melalui fosforilasi oksidatif.

Sel beta serta sel alfa pankreas mengeluarkan hormon insulin serta glukagon, yang sangat krusial dalam mengatur kadar gula darah. Peningkatan penyerapan glukosa oleh sel-sel jaringan, peningkatan proses glikolisis, serta produksi glikogen, lipid, serta protein dari glukosa ialah efek-efek dari insulin, yang dikeluarkan sebagai respons terhadap peningkatan kadar glukosa darahnya. Sebaliknya, saat kadar glukosa dalam darah turun, glukagon dilepaskan, yang bekerja untuk memperlambat penyerapan glukosa oleh sel jaringan, sekaligus meningkatkan (Triana & Salim, 2017).

Studi terbaru juga menunjukkan bahwa latihan resistensi, juga dikenal sebagai latihan resistensi, memainkan peran penting dalam metabolisme glukosa darah. Latihan ini dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan kapasitas mitokondria otot, yang berarti otot dapat menyerap lebih banyak glukosa dan menurunkan kadar glukosa darah. Proses metabolisme ini terjadi melalui peningkatan transportasi glukosa ke dalam sel otot melalui protein GLUT4 dan peningkatan aktivitas mitokondrial (Larasati & Haryanto, 2025).

3. Gangguan Metabolisme Glukosa Darah

Gangguan metabolisme glukosa darah ialah komplikasi yang umum terjadi pada penderita hipertensi, khususnya pada penderita diabetes. Hipertensi bisa terjadi oleh sejumlah proses patofisiologis, seperti peningkatan resistensi vaskular perifer, produksi AGEs, stres oksidatif, serta aktivasi sistem saraf simpatik serta sistem renin-angiotensin. Glukosa berikatan dengan protein pada hipoglikemia kronis, yang menghasilkan AGEs. AGE ini mengikat lemak jenuh ke dinding pembuluh darah serta menyebabkan kerusakan pada dinding tersebut. Ini menyebabkan plak mengeras dan inflamasi, menurunkan fleksibilitas pembuluh darah, dan pada akhirnya menyebabkan penyumbatan dan tekanan darah yang lebih tinggi. Meskipun korelasi antara glukosa darah dan tekanan darah tidak signifikan secara statistik, peningkatan glukosa darah

tetap merupakan faktor risiko penting untuk hipertensi dan komplikasi kardiovaskular, sehingga diperlukan pemantauan rutin (Rakhmawati, 2025).

Setelah menjalani tes OGTT dengan beban glukosanya 75 gram (tidak melebihi daripada 200 mg/dL), kadar HbA1C (tidak melebihi daripada 6,5%), dan kadar glukosa darah puasanya (tidak lebih daripada 126 mg/dL), gangguan metabolisme glukosa bisa didiagnosis. Bila hasilnya tidak memenuhi kriteria DM namun tidak normal, pasien dapat dimasukkan ke dalam kelompok prediabetes (Tirtasari et al., 2024).

4. Faktor yang Memengaruhi Kadar Glukosa Darah

Dalam artikel Setianto et al., (2023) yang ditulis mencakup factor-faktor berikut yang mempengaruhi stabilitas kadar gula darah :

1. Faktor Pola Makan. Risiko hiperglikemia meningkat bila asupan karbohidrat berlebihan.
2. Faktor Aktivitas Fisik. Ketika penderita diabetes mengurangi asupan karbohidrat serta berolahraga sesuai kebutuhan, hal itu bermanfaat bagi kesehatan fisik serta emosionalnya.

Hasilnya adalah bahwa kerusakan sel beta pankreas (disfungsi insulin), obesitas dan inflamasi kronis, pola makan tidak seimbang (karbohidrat dan pemanis berlebih), kurang aktivitas fisik, usia, dan faktor lingkungan lainnya adalah beberapa faktor yang memengaruhi kadar glukosa darah. Agar kadar gula darah dapat dikontrol secara efektif, penanganan komprehensif harus mempertimbangkan keseluruhan komponen ini.

5. Jenis-Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah

Diagnosis dan pengawasan memerlukan pemeriksaan glukosa darah. Bergantung pada metode, alat, dan waktu pengambilan sampel darah, jenis pemeriksaan glukosa darah bervariasi. Jenis pemeriksaan glukosa darahnya yang biasa dilakukan ialah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan glukosa darah puasa (GDP) dilakukan setelah pasien telah berpuasa selama setidaknya delapan jam. Metode ini digunakan untuk mendiagnosis diabetes dan memantau glukosa. Pemeriksaan menggunakan metode enzimatis, seperti metode heksokinase, dianggap lebih akurat daripada metode glukosa oksidase karena reaksinya yang lebih spesifik

dan tidak mengganggu. Metode kalorimetri digunakan untuk mengukur hasil reaksi pada panjang gelombang tertentu (Yusuf et al., 2023).

2. Pemeriksaan Glukosa Darah Sewaktu (GDS) bisa dilaksanakan tanpa puasa terlebih dahulu. Ini dapat dilakukan dengan alat glukometer yang mengambil sampel darah kapiler untuk mengukur kadar gula darah sewaktu. Metode glukosa oksidase banyak digunakan pada glukometer elektrokimia. Untuk screening diabetes secara cepat, pemeriksaan ini sering digunakan (Fajarna et al., 2022).
3. Tes Toleransi Glukosa Oral (juga dikenal sebagai OGTT) dilakukan dengan mengukur glukosa darah setelah mengonsumsi larutan glukosa. Tes ini digunakan untuk mengidentifikasi gangguan toleransi glukosa dan diabetes tipe 2. OGTT juga dapat digunakan untuk menentukan diabetes gestasional.
4. Pemeriksaan HbA1c (Glikosilasi Hemoglobin) adalah pemeriksaan yang mengukur jumlah glukosa yang ada pada hemoglobin selama dua hingga tiga bulan terakhir. Hasilnya menunjukkan kontrol glukosa jangka panjang. HbA1c tidak dipengaruhi oleh fluktuasi glukosa, sehingga sangat penting untuk memantau diabetes.
5. Point of Care Testing (POCT) ialah metode pemeriksaan glukosa darah cepat memakai glukometer portabel, yang dapat dilakukan di luar laboratorium di dekat tempat tidur pasien. Karena mudah dan cepat, metode ini banyak digunakan untuk pemantauan rutin pasien diabetes. Namun, metode laboratorium sedikit lebih akurat (Fajrunni'mah & Purwanti, 2021).

6. Metode Pemeriksaan Glukosa

Dalam pemeriksaan darah kapiler memakai glukometer berbasis POCT, teknik glucose oxidase (GOD) umumnya dipergunakan. Enzim utama dalam proses ini, glukosa oksidase, mengubah glukosa menjadi asam glukonat serta hidrogen peroksida. Tingkat oksidasi ini diukur melalui elektrokimia atau kolorimetri. Dengan hasil yang cepat dan kemudahan penggunaan di luar laboratorium, POCT sangat membantu pasien untuk memantau glukosa darah

secara rutin. Namun, jika dibandingkan dengan metode hexokinase, metode ini tidak begitu presisi dan akurat (Fajrunni'mah & Purwanti, 2021).

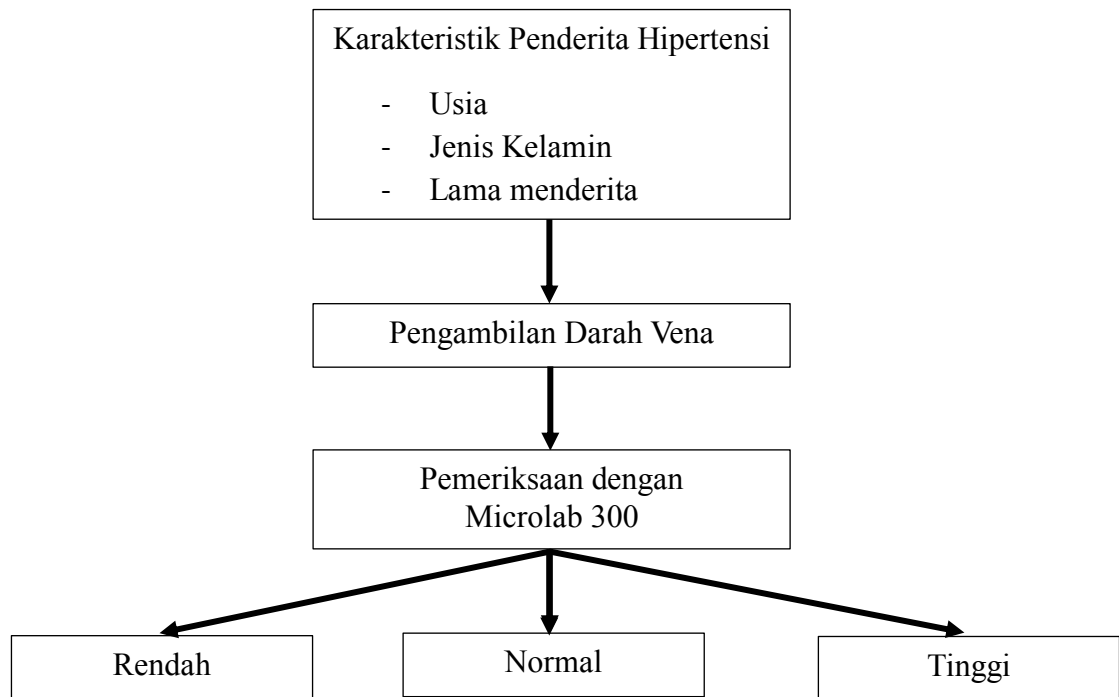
Selain itu, dalam pemeriksaan glukosa darah secara enzimatik di laboratorium, metode GOD-PAP, yang menggabungkan glucose oxidase dengan para-amino phenazone (PAP), adalah metode yang umum digunakan. Metode ini menghasilkan perubahan warna merah yang dapat diukur dengan fotometer yang sensitif untuk kadar glukosa darah. Selain itu, tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistiknya antara teknik GOD-PAP serta strip POCT dalam hal kadar glukosanya (Hamidi et al., 2024).

C. Hubungan Hipertensi dengan Glukosa Darah

Hiperglikemia, yang meningkatkan kadar angiotensin II, ialah penyebab utama hipertensi, atau tekanan darah tinggi, pada orang-orang yang kadar glukosa darahnya sudah tinggi. Terkena hipertensi meningkatkan risiko terjadinya retinopati diabetes, nefropati diabetes, serta penyakit jantung koroner, di antara konsekuensi serius lainnya. Baik hipertensi maupun diabetes mellitus tipe 2 ialah masalah kesehatan kronis jangka panjang yang dialami banyak orang. Keduanya ialah contoh penyakit degeneratif, yang ditandai dengan hilangnya fungsi ataupun struktur jaringan serta organ tubuh secara perlahan namun pasti akibat faktor-faktor seperti penuaan serta pilihan gaya hidup yang tidak sehat. Jika tidak diobati dengan tepat dan tepat, kedua komplikasi ini dapat berpotensi mengakibatkan risiko kematian akibat masalah kardioserebrovaskular dan gagal ginjal. (Husni et al., 2022)

Penelitian menunjukkan bahwa hiperglikemia, atau kadar glukosa darah yang tinggi, memiliki korelasi yang signifikan dengan hipertensi, bahkan ketika individu tidak memiliki diabetes secara langsung. Pasien dengan hiperglikemia mempunyai risiko 2 kali lebih besar mengalami hipertensi daripada dengan individu tanpa hiperglikemia. Studi yang dilakukan di RS Syarif Hidayatullah Jakarta (2022) menunjukkan hal ini. Penelitian ini, yang menggunakan metode cross-sectional dengan sampel sembilan puluh pasien, menemukan bahwa kelompok pasien yang mengalami hiperglikemia lebih sering mengalami hipertensi (Nofisah, 2022).

D. Kerangka Konsep



Gambar 1 Kerangka Konsep

E. Definisi Operasional

Vriabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kategori
Kadar Glukosa Darah	Kadar glukosa darah sewaktu yang diukur pada responden tanpa melihat jam makan terakhir.	Spektrofotometri Microlab 300 menggunakan reagen ELITech	Dewasa Normal : 74-106 mg/dl Lansia Normal : 82-115 mg/dl
Jenis Kelamin	Jenis kelamin penderita hipertensi	Observasi	Laki-laki / Perempuan
Usia	Usia penderita hipertensi	Wawancara	Dewasa : 18-44 Pra lansia : 44-49 Lansia : <60
Lama Menderita	Durasi waktu sejak diagnosis hipertensi ditegakkan.	Wawancara	Baru: ≤5 tahun Lama: >5 tahun