

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Glukosa Darah

2.1.1. Pengertian Glukosa Darah

Glukosa atau gula darah merupakan sebutan yang mengarah pada level glukosa pada darah. Di dalam tubuh konsentrasi gula darah dikontrol ketat di dalam tubuh. Glukosa adalah prekursor sintesis seluruh karbohidrat di dalam tubuh. (Fahmi *et al.*, 2020). Kadar gula darah merupakan kuantitas glukosa yang terkandung pada plasma dan dapat terpengaruh dari beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut yakni peningkatan total konsumsi makanan, peningkatan stres serta aspek emosional, peningkatan bobot badan, umur, dan olahraga (Putri, 2021).

2.1.2. Metabolisme Glukosa

Glukosa diserap melalui karbohidrat makanan, serta fungsi primernya yaitu menyediakan energi ke otak, yang membutuhkan 100 hingga 125 gram glukosa tiap harinya. Glukosa mengembalikan glikogen dalam hati, sedangkan sisa glukosa yang berlebih akan disimpan dalam bentuk lemak.. Saat makanan dicerna, hidrolisis karbohidrat terjadi didalam lambung, usus serta mulut. Produk yang dihasilkan dari tahap akhir pencernaan meliputi fruktosa, glukosa, galaktosa, monosakarida, serta manosa. Zat-zat ini diserap lewat dinding usus keudian dibawa menuju hati melalui aliran darah. Keseluruhan oksidasi glukosa berlangsung secara dua tahap, secara anaerobik, dimana glukosa dipecah menjadi piruvat, dan aerobik, dimana piruvat dioksidasi ke dalam CO₂ serta H₂O sebagai energi. Meskipun glukosa dalam makanan tidak mencukupi, hati mempertahankan kadar glukosa dalam darah dengan memecah glikogen. (Jiwa, 2019)

2.1.3. Tes gula darah

a. Glukosa darah puasa

Tes yang populer untuk menentukan homeostatis glukosa seluruhnya. Jika sedang berpuasa, harap menahan diri untuk tidak makan atau minum selama sekitar 12 jam menjelang tes. Kisaran normalnya: 76-110 mg/dL.

b. Glukosa darah 2 jam post prandial

Dilaksanakan guna mengukur reaksi tubuh atas konsumsi karbohidrat yang tinggi selama 2 jam *post prandial*. Tes tersebut digunakan sebagai alat pemantauan diabetes dan disarankan apabila tingkat gula darah anda diatas normal atau jika kadar gula darah meningkat karena pembatasan makanan atau cairan. Nilai normalnya: < 160 mg/dL.

c. Glukosa darah adrandom

Gula darah sementara merupakan pemeriksaan pengambilan sampel yang dapat dilakukan kapan saja tanpa puasa. Nilai normalnya: < 144 mg/dL.

d. HbA1C

HbA1C guna mengukur level glukosa sepanjang periode 3 bulan. Nilai normalnya: <6,5%.

e. Tes toleransi glukosa

Tes toleransi glukosa digunakan sebagai cara menentukan diabetes bagi mereka yang tingkat gula darahnya normal ataupun mengalami sedikit peningkatan. Nilai normalnya adalah: 75-100 mg/dL. (Hidayat, 2020)

2.1.4. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Prosedur pemeriksaan glukosa darah mencakup prosedur enzimatik serta reduksi. Teknik enzimatik yang sering dipakai yaitu teknik heksokinase serta oksidasi glukosa (GOD). Teknik heksokinase serta GOD sering dipergunakan sebab keakuratan serta presisinya yang tinggi, dan berfungsi sebagai metode acuan sebab enzim yang dipergunakan adalah enzim spesifik glukosa.

1. Metode Oksidasi Glukosa

Metode oksidasi glukosa adalah metode yang umum digunakan dalam laboratorium di Indonesia. Kurang lebih 85% partisipan dalam Program Penjaminan Mutu Eksternal Kimia Klinik Nasional menggunakan metode pemantauan glukosa darah tersebut..

Prinsip: Glukosa diukur sesudah oksidasi enzimatik melalui kehadiran oksidator. Hidrogen peroksida yang dihasilkan berbubuh bila ada peroksidase. Melalui phenol dan 4-amiophenazon jadi zat warna quinoneimine dengan warna merah violet. Kelebihan metode GOD adalah harga reagenya murah dan hasilnya cukup memadai. Namun hasil tes juga dapat dipengaruhi oleh serum, kualitas reagen, peralatan dan tes itu sendiri.

2. Metode *Heksokinase*

Heksokinase merupakan metode pengendalian gula darah direkomendasikan oleh IFF serta WHO. Tetapi hanya 10% laboratorium mempergunakan metode ini dalam memeriksa kadar gula darah.

Prinsip pemeriksaan: *Heksokinase* nantinya mengkatalisa reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP membentuk glukosa 6-fosfat dan ADP. Enzim kedua yakni glukosa 6-fosfat dan ADP dengan *nikotinamid adenine denucleotide phosphate* (NADH). Cara tersebut menggunakan 2 jenis enzim tertentu sehingga hasil yang diperoleh sangat baik.

3. Pengukuran glukosa darah dengan alat pengukur glukosa

Alat untuk mengukur gula darah ada berbagai jenis, satu contohnya yakni glukometer guna melakukan pengukuran gula darah secara cepat serta mudah. Perangkat pengukur glukosa darah ini dilengkapi dengan sensor yang disebut biosensor karena komponennya yang terdiri dari unsur hayati yang berfungsi menjadi pengenal senyawa ataupun diukur serta transduser mendeteksi sinyal unsur biologis. Biosensor sendiri didasarkan pada reaksi enzimatik antara enzim glukosa oksidase (GOD) dan glukosa pada darah, selanjutnya diubah ke dalam sinyal elektrolit. Glukosa pada darah bereaksi pada kalium ferrocyanide serta glukosa oksidase dalam strip test membentuk potasium ferrocyanid. Kalium ferrocyanide yang dihasilkan selaras pada konsentrasi glukosa pada darah. Kalium ferrocyanide oksidase memproduksi listrik, selanjutnya diubah oleh meteran guna menampilkan konsentrasi glukosa pada layar. (Jiwa, 2019)

2.2. Diabetes Melitus

2.2.1. Definisi Diabetes Melitus

Diabetes melitus merupakan sekelompok penyakit kronis yang diakibatkan oleh ketidakmampuan pankreas memproduksi insulin (hormon pengatur gula darah) untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Diabetes adalah penyakit tidak menular, namun karena jumlah kasus dan prevalensinya terus meningkat dalam beberapa dekade terakhir, penyakit ini perlu ditangani sebagai prioritas di seluruh dunia (Kemenkes RI, 2018). Diabetes merupakan kelompok gangguan metabolik yang dicirikan oleh hiperglikemia, terjadi akibat kelalaian sekresi insulin ataupun kedua-duanya (Perkeni, 2021).

2.2.2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Berdasarkan (*American Diabetes Association*, 2018) ada empat kategori diabetes antara lain,

a. Diabetes tipe 1

Penyakit ini menyerang orang-orang dari segala usia, terutama orang dewasa serta anak-anak. Orang dengan diabetes jenis ini menggunakan insulin sehari-hari guna menjaga kadar gula darah. Gejala diabetes tipe 1 meliputi mulut yang sangat kering atau terasa kering yang tak lazim, frekuensi buang air kecil yang tinggi, kekurangan energi, terasa lemas, terus-menerus merasa lapar, penurunan berat badan secara mendadak, serta gangguan penglihatan. Angka pengidap diabetes tipe 1 semakin bertambah, namun alasannya tidak diketahui secara pasti, mungkin terkait dengan pengaruh lingkungan ataupun terinfeksi virus.

b. Diabetes tipe 2

Diabetes tipe 2 menyerang orang dewasa, namun anak-anak dan remaja kini semakin banyak terkena dampaknya. Dalam diabetes tipe 2, badan mampu menghasilkan insulin tetapi, ketika insulin mengalami resistensi, maka insulin tidak lagi efektif bagi tubuh, serta tingkat insulin akan menurun dari waktu ke waktu. Resistensi insulin serta rendahnya kadar insulin mengakibatkan kadar gula darah yang tinggi.

c. Diabetes tipe lain

Tipe diabetes lainnya termasuk pengaruh genetik pada fungsi sel beta, pengaruh genetik pada kerja insulin, endokrinopati ekskorin karena obat-obatan atau infeksi kimia, dan peningkatan kadar gula darah yang jarang terjadi karena penyebab imunologis.

d. Diabetes gestasional

Diabetes gestasional adalah intoleransi glukosa yang berkembang ataupun terdiagnosis saat masa kehamilan. Jika terjadi sebelum usia kehamilan 20 minggu, kemungkinan besar terjadi diabetes pregestasional. (Harreiter & Rodn, 2019).

2.2.3. Etiologi

Menurut Helmawati (2021), gejala diabetes dibedakan menjadi tiga gejala:

a. Gejala 3P (Poliuria, polidipsia, dan polifagia).

Poliuria adalah seseorang yang kerap buang air kecil, utamanya saat malam hari. Polidipsia adalah kondisi minum secara berlebihan karena rasa dahaga yang kuat. Polifagia, dimana seseorang sering makan karena merasa lapar yang hebat dan biasanya berat badannya terus bertambah selama tahap ini.

b. Gejala lanjut atau akut

Mudah merasa lelah atau lemas tanpa sebab yang jelas, semut berkerumun karena iar kencingnya manis, penurunan berat badan secara tiba-tiba.

c. Kondisi menahun atau kronik

Gejala yang baru muncul setelah beberapa tahun menderita diabetes, anatar lain:

- 1) Kesemutan pada tangan dan kaki, kejang
- 2) Gejala penyakit kulit antara lain gatal-gatal, kemerahan, dan penipisan pada kulit
- 3) Merasa lelah dan mengantuk
- 4) Penurunan performa seksual pada pria
- 5) Penglihatan kabur
- 6) Masalah kesehatan gigi dan mulut
- 7) Tes darah dan urin mendeteksi kadar gula darah tinggi

8) Jika terluka maka akan sulit sembuh.

2.2.4. Komplikasi Diabetes Melitus

- a. Hipoglikemia yaitu keadaan kadar gula darah rendah dengan gejala gelisah, tekanan darah menurun, lapar, mual, lemas, lesu, dan keringat dingin. Kelainan ini bisa berupa bibir dan tangan gemetar serta bisa berujung pada koma.
- b. Hiperglikemia adalah suatu kondisi peningkatan kadar gula darah, biasanya disebabkan oleh makan berlebihan, stress mental, penurunan kesadaran dan dehidrasi.
- c. Ketoasidosis diabetik adalah penyakit dimana senyawa keton meningkat. Gejalanya nafsu makan menurun, haus, banyak buang air kecil, mual, muntah, hipotensi, menurunnya kesadaran hingga koma. (Irianto, 2015)

2.3. *POCT*

2.3.1 Metode *POCT*

POCT adalah meteran darah glukosa darah *in vitro* yang dapat digunakan untuk pengukuran glukosa darah kuantitatif serta pengecekan glukosa darah. Sampel darah kapiler atau darah vena segar dapat digunakan untuk tes, namun sampel dalam bentuk plasma atau serum tidak dapat digunakan.

2.3.2 Prinsip *POCT*

Strip tes digunakan untuk mengambil darah, yang selanjutnya dialihkan menuju bagian tes reagen agar dapat melakukan prosedur pengukuran. Enzim glukosa dehidrogenase ikoenzim pada strip tes mentransformasi glukosa yang ada pada sampel darah ke glukonolakton. Reaksi ini menciptakan arus searah yang tidak berbahaya yang dapat digunakan oleh pengukur glukosa darah untuk mengukur kadar gula darah.

2.3.3 Kelebihan dan Kekurangan *POCT*

- a. Keunggulan perangkat *POCT*
 1. Hasilnya cepat sehingga diagnosis dapat segera ditegakkan
 2. Mudah digunakan
 3. Volume sampel yang lebih sedikit

4. Tidak memerlukan ruang khusus dan dapat dipindah-pindahkan.
- b. Kekurangan *POCT*
1. Presisi dan akurasi buruk dibandingkan dengan metode enzimatik
 2. Pilihan pengukuran terbatas
 3. Pengaruh suhu, kelembaban, hematokrit dan interaksi dengan zat tertentu dapat terjadi
 4. Penjamin mutu internal kurang mendapat perhatian
 5. Akurasinya belum diketahui dan mempunyai keterbatasan tergantung pada nilai hematokrit
 6. Hanya untuk pemantauan glukosa darah (Aulia, 2016).

2.4. Heksokinase

2.4.1 Metode *Heksokinase*

Metode heksokinase merupakan metode enzimatik yang menggunakan enzim heksokinase untuk mengkatalis fosforilasi glukosa dengan ATP menjadi ADP serta glukosa-6-fosfat. Reaksi ini menghasilkan NADPH yang diukur secara spektrofotometri untuk menentukan kadar glukosa (Baharuddin, 2015).

2.4.2 Prinsip metode *heksokinase*

Heksokinase mengkatalisasi proses fosforilasi glukosa dengan ATP, menghasilkan ADP serta glukosa 6-fosfat. Enzim yang kedua, glukosa 6-fosfat dehidrogenase, mengkatalisis oksidasi glukosa 6-fosfat menjadi nikolinamida adnine dinueleotida fosfat (NAPP+)

2.4.3 Kelebihan dan kekurangan metode heksokinase

a. Kelebihan metode *heksokinase*:

1. Akurasi tinggi: Metode *heksokinase* dianggap lebih akurat dibandingkan metode lain seperti GOD-PAP karena reaksi berpasangan dengan glukosa-6-fosfat dehidrokinase lebih terseleksi. Interferensi yang muncul pun lebih kecil, sehingga hasil pengukuran glukosa lebih presisi.

2. Hemat reagen: Penggunaan reagen pada metode heksokinase lebih hemat dibanding metode GOD-PAP. Hal ini karena metode heksokinase mempergunakan perangkat yang meminimalisir pemborosan reagen.
3. Waktu inkubasi singkat: Waktu inkubasi pada metode heksokinase relatif lebih cepat dibandingkan metode lain, sehingga hasil pengukuran glukosa dapat diperoleh lebih cepat.
4. Kecil kemungkinan human error. (Susiwati, 2018)

b. Kekurangan metode *heksokinase*:

1. Biaya lebih mahal
2. Membutuhkan alat khusus yang tidak tersedia di semua laboratorium
3. Sampel harus bebas hemoglobin sebelum dilakukan pengukuran
4. Prosedur metode *heksokinase* lebih kompleks sehingga dibutuhkan keahlian khusus untuk melakukannya.