

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Glukosa Darah

Istilah "glukosa darah" mengacu pada banyaknya glukosa yang ada dalam darah. Tubuh mempertahankan kontrol ketat terhadap kadar glukosa darah. Glukosa yang dibawa oleh darah merupakan sumber energi utama tubuh. Biasanya, jumlah nilai glukosa darah harian berkisar antara 70 hingga 126 mg / dL. Jumlah glukosa darah ini mengalami kenaikan setelah makan dan biasanya turun sebelum makan di pagi hari. Hipoglikemia yakni suatu kondisi dimana nilai glukosa darah berada nilai rendah yaitu di bawah 70 mg / dL. Hiperglikemia yakni istilah dalam jumlah glukosa darah yang terlalu tinggi. Kadar glukosa darah dapat dipengaruhi oleh faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen, juga dikenal sebagai faktor humoral, termasuk sistem reseptor di sel otot dan hati, serta hormon insulin dan glukagon. Faktor eksogen meliputi hal-hal seperti jenis dan banyaknya makanan yang dikonsumsi dan banyaknya olahraga yang dijalankan (Mentari dkk, 2022). Beberapa jenis pengukuran glukosa darah yang biasa dilakukan yaitu

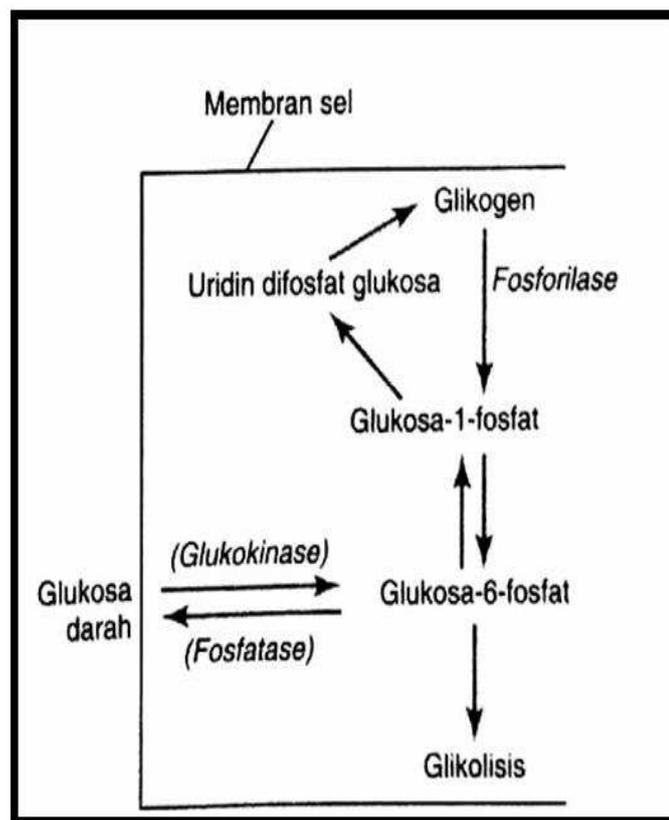
- a. Tes glukosa darah sewaktu (GDS) atau yang disebut *Random Blood Glukosa* yakni tes glukosa darah yang dapat dilakukan kapan saja sepanjang hari, terlepas dari kapan orang tersebut terakhir kali makan atau bagaimana keadaan tubuhnya.
- b. Tes glukosa darah puasa (GDP) atau sering disebut tes *Fasting Blood Sugar* (FBS) yaitu pengukuran glukosa darah yang dapat dijalankan setelah pasien yang akan diperoleh sampel telah melaksanakan puasa selama 10-12 jam. Puasa bisa dilakukan pada malam hari atau secara basal, yaitu dalam keadaan istirahat atau tidak melaksanakan aktivitas serta begadang yang dapat menurunkan nilai glukosa darah. Tes GDP sering diambil sebagai tes pertama guna memahami status prediabetes atau diabetes.

- c. Tes glukosa 2 jam post prandial (GD2PP) yaitu pengukuran glukosa darah yang dijalankan 2 jam setelah mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat yang sebelumnya telah diadakan pengukuran GDP . Pengukuran ini dijalankan setelah pasien menjalani pengukuran GDP dan makan yang mengandung karbohidrat karena sebelumnya pasien diharuskan berpuasa terlebih dahulu.

a. Metabolisme Glukosa

Metabolisme glukosa merupakan suatu proses dalam menghasilkan energi yang diambil oleh seluruh jaringan tubuh. Metabolisme glukosa di otot, di otak ,jaringan saraf, hati, jaringan adipose di sel darah merah, dan jaringan lain.

Proses Glikogenesis dan Glikogenolisis bisa dilihat dalam gambar dibawah



Sumber: (Hall, 2014).

Gambar 2.1. Mekanisme Glikogenesis dan Glikogenolisis

b. Hipoglikemia dan Hiperglikemia

Suatu kondisi yang dikenal sebagai hipoglikemia terjadi ketika jumlah glukosa darah turun menjadi rendah. Kondisi ini dapat terjadi karena kecanggungan penerimaan yang dikonsumsi, pekerjaan yang sebenarnya dan obat-obatan yang dipakai. Tiga sel pankreas mengenali penurunan nilai glukosa darah dan sebagai hasilnya menghasilkan hormon glukagon. Hormon tersebut menyebabkan sel-sel hati membebaskan glukosa dari glikogen, mengembalikan nilai glukosa darah normal.

Suatu kondisi yang dikenal sebagai hiperglikemia terjadi ketika nilai glukosa darah naik di atas normal. Hiperglikemia sering digambarkan oleh poliuria, polidipsia, polifag, serta kelelahan yang serius, dan penglihatan yang kabur. Meskipun penyebab pastinya tidak diketahui, hal ini sering dikaitkan dengan defisiensi insulin dan faktor risiko lainnya, seperti obesitas dan usia dilihat dari genetik. Ketika nilai glukosa darah mengalami kenaikan, sel serotonergik pankreas memproduksi insulin, yang membantu sel hati dan sel lain menyerap lebih banyak glukosa dari darah (Mentari dkk, 2022).

c. Faktor- faktor yang mempengaruhi nilai glukosa darah

1. Makanan, terutama yang tinggi karbohidrat, berpotensi menaikkan nilai glukosa darah (Mentari dkk, 2022).
2. Obat-obatan, seperti steroid, obat penenang, obat asma, dan obat hipertensi, dapat menaikkan nilai gula darah (Tandra, 2017).
3. Stres, tingkat stres yang tinggi akan mengaktifkan hormon *counter* insulin hinganya berdampak pada kenaikan gula darah (Tandra, 2017).
4. Obesitas, ketika seseorang mengalami obesitas dan mempunyai kelebihan lemak di tubuhnya, jaringan lemak menghalangi fungsi insulin, mencegah glukosa memasuki sel dan menumpuk di dalam darah (Tandra, 2017).

2. Metode Pengukuran Glukosa Darah

a. Metode Kimia

Karena kekhususannya yang rendah, sebagian besar metode kimia dilihat dari pengukuran kemampuan reduksi jarang dipakai. Proses kondensasi glukosa

dengan Amina kromatik serta asam asetat glasial dalam kondisi panas menghasilkan warna hijau yang selanjutnya diukur secara fotometrik merupakan prinsip dasar pengukuran kimia. Metode kimia mempunyai beberapa kelemahan, termasuk langkah pemanasan yang lama yang diperlukan dalam pengukuran, yang menaikkan kemungkinan kesalahan dibandingkan metode enzimatik. Selain itu, dimungkinkan dalam mengukur nilai gula selain glukosa, yang menghasilkan hasil yang sangat tinggi, dan reagen metode kimia bersifat korosif pada peralatan laboratorium (Mentari dkk, 2022).

b. Metode Enzimatik

Metode ini hanya glukosa yang akan diukur, hingganya dapat memberikan hasil dengan spesifisitas tinggi.

- 1) Metode *glucose oxidase* ialah metode terbanyak yang dipergunakan oleh laboratorium di negara Indonesia. Standar penilaian dalam strategi ini dengan mengkatalisis respon oksidasi glukosa menjadi asan glukonat dan hidrogen peroksida. Bingkai hidrogen peroksida merespons dengan fenol dan *fenazol 4-amino* dengan bantuan bahan kimia peroksidase dalam membuat kuinoneimin yang bervariasi dalam warna merah muda dan dapat dibaca dengan spektrofotometer dengan frekuensi 546 nm. Tingkat glukosa dalam darah sampel tercermin dalam intensitas warna. Sifat reaksi pertama yakni spesifik dalam glukosa karena enzim *glukosa oksidase* dipakai di dalamnya (Mentari dkk, 2022).
- 2) Metode *hexokinase* disarankan oleh WHO (Organisasi Kesehatan Dunia) dan IFCC (*International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*) sebagai metode guna menentukan nilai glukosa darah. Aturan penilaian dalam teknik ini yakni bahwa heksokinase akan mengkatalisis respon forforilasi glukosa dengan ATP dalam membentuk glukosa-6-fosfat dan ADP (adenin difosfat). Oksidasi glukosa-6-fosfat dengan nikotinamida adenin dinukleotida fosfat (NADP+) dikatalisis oleh enzim kedua, glukosa-6-fosfat dehidrogenase. Teknik ini mempergunakan dua jenis bahan kimia yang sangat baik karena kedua senyawa ini bersifat spesifik. Namun, pendekatan ini memiliki label harga yang tinggi (Mentari dkk, 2022).

3. *Point Of Care Test*

Tes ini, juga dikenal sebagai "tes samping tempat tidur", yakni penilaian laboratorium yang dilakukan di luar ruang laboratorium utama terhadap pasien rawat jalan dan rawat inap. Metode ini yakni prosedur pengukuran laboratorium yang sederhana yang difokuskan pada darah kapiler, tetapi ada beberapa alat yang dapat mendukung sampel darah vena. Strip katalisator khusus yang dipakai dalam mengukur glukosa dalam darah kapiler. Prinsip pengukuran metode ini yakni saat darah kapiler diserap pada strip tes, selanjutnya mengalir ke area tes dan selanjutnya dicampur dengan reagen dalam memulai pengukuran. Koenzim dan enzim *glucose dehydrogenase* dalam strip tes mengubah glukosa dalam sampel darah menjadi glukonolakton. Alat dapat mengukur glukosa darah karena reaksi tersebut menghasilkan listrik DC yang aman. Intensitas elektron yang dihasilkan oleh instrumen strip sebanding dengan konsentrasi glukosa.

Beberapa kelebihan metode ini termasuk hasil pengukuran dapat diketahui segera karena hanya memerlukan sampel kecil, tidak memerlukan reagen khusus, praktis, mudah dipakai, dan dapat dilakukan oleh siapa saja tanpa keahlian khusus. Kekurangannya, yaitu tingkat akurasi, belum diketahui, dan mempunyai beberapa keterbatasan yang dipengaruhi oleh nilai hematokrit, intervensi zat lain (vitamin C), suhu, dan kelembapan (Mentari dkk, 2022).

Pengukuran glukosa darah, hemoglobin, gas darah, nilai elektrolit, penanda jantung, penanda sepsis, koagulasi, dipstik urin, tes kehamilan, dan ovulasi seringkali mempergunakan metode POCT. Salah satu manfaat POCT yakni cepatnya hasil diperoleh. Meskipun metode POCT telah dipergunakan secara luas di rumah, rumah sakit, kantor dokter, dan tempat lain, menyumbang sekitar 70% dari pemakaiannya. Khusus dalam pemakaian di rumah, tingkat pemakaiannya diprediksikan akan mengalami kenaikan sebesar 15,5% setiap tahunnya. Karena semakin canggihnya alat POCT, banyak orang mencoba memakainya tanpa mempunyai pemahaman teknis mengenai cara

pemakaiannya. Hasil glukosa darah dengan POCT cenderung lebih tinggi (Wolde& Kebede, 2018). Tanpa keahlian, alat POCT akan memberikan hasil yang tidak akurat hingganya membahayakan nyawa pasien (Laisow, 2017).

Bentuk dari alat ini yang kecil dan hingganya tidak perlu tempat yang luas, pemeliharaan alat POCT cukup mudah dan tidak perlunya perawatan yang khusus. Namun, faktor penyimpanan seperti suhu, kelembapan, getaran guncangan, dan benturan harus dipertimbangkan (Menkes, 2010). Gambar 2.2 menampilkan contoh alat POCT



Sumber: Alat kesehatan

Gambar 2.2. Contoh alat POCT

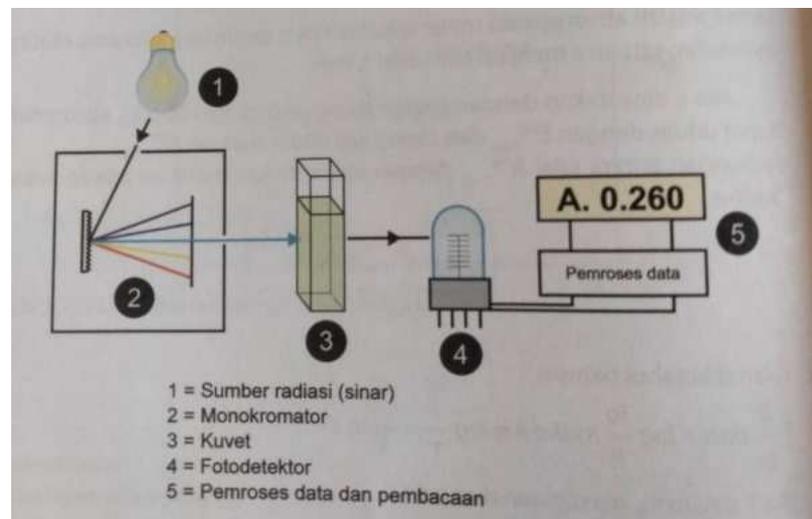
4. *Clinical Chemistry Analyzer*

Clinical Chemistry Analyzer yakni alat ini berbasis Windows yang diambil dalam memeriksa bidang kimia klinik. Alat ini mempergunakan teknologi spektrofotometer bikromatik di mana cahaya polikromatis dilewatkan pada kuvet, selanjutnya dipantulkan pada kisi konkaf dan difraksi menjadi cahaya monokromatis. Spektrum monokromatis ini selanjutnya dibaca oleh fotodetektor dengan panjang gelombang yang selaras dengan parameter pengukuran masing-masing. Semua zat mempunyai absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Dengan memahami spektrum kurva serapan suatu zat, panjang gelombang yang mempunyai absorbansi tertinggi dapat diambil dalam mengukur nilai zat yang diperiksa (Menkes, 2010).

Aplikasi spektrofotometer di laboratorium saat ini banyak dikembangkan. Spektrofotometer di laboratorium dapat dipakai dalam alat analisis bahan organik atau anorganik dalam suatu larutan. Teknik ini disebut kolorimetri dengan pemakaian hukum Beer-Lambert. Konsentrasi zat berbanding lurus dengan absorban. Ada tiga kategori cahaya yaitu cahaya tampak, cahaya ultraviolet dan cahaya infra red. Selain mengukur cahaya,

fotometer dapat diklasifikasikan sebagai fotometer filter, spektrofotometer, atau fotometer nyala (Panil, 2008). Kelemahan pengukuran glukosa darah dengan *Clinical Chemistry Analyzer* yakni waktu yang lumayan lama dalam proses pengukuran. Sampel yang diperlukan cukup banyak hingganya pasien harus diperoleh sampel darah vena mempergunakan spuit. Biaya pengukuran mahal hingganya menjadi pertimbangan tersendiri untuk pasien.

Komponen-komponen spektrofotometer yakni sumber cahaya, alat baca, recorder kuvet, isolator panjang gelombang (monokromator), mikroprosesor, dan fotodetektor. Seperti tampak pada gambar 2.3



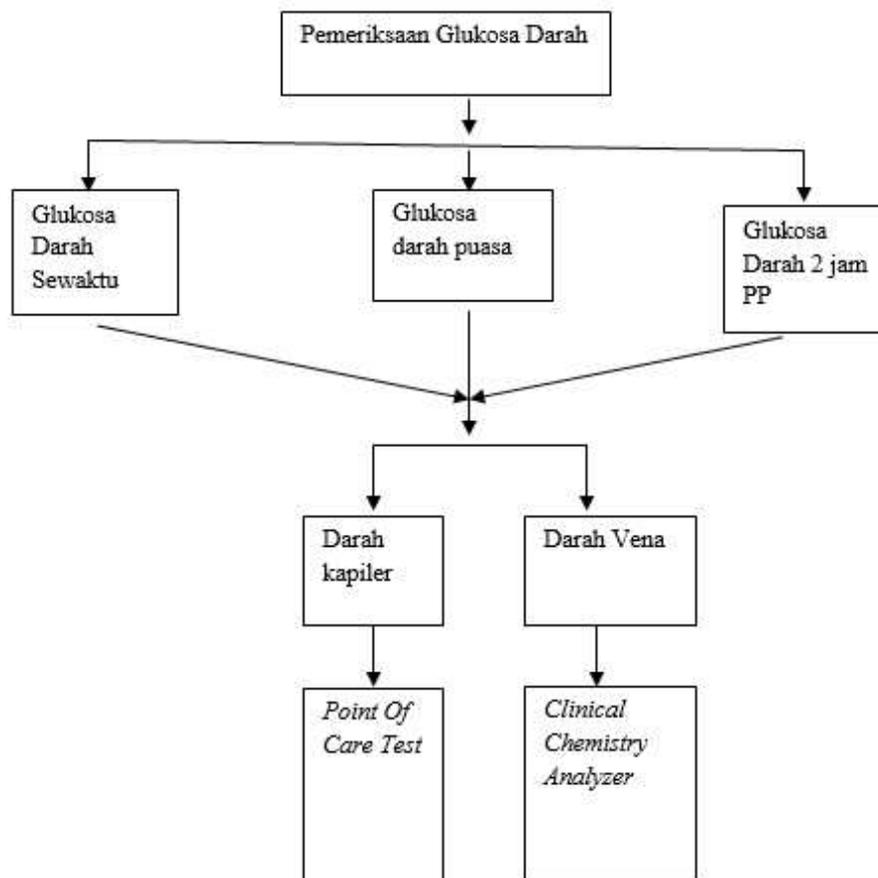
Sumber: Buku kedokteran, 2022

Gambar 2.3 Skema alat spektrometer UV-Vis

Ada dua prasyarat dalam sumber radiasi, atau cahaya: sumber tersebut harus mampu memancarkan cahaya dengan intensitas yang cukup tinggi dan mempertahankan pancaran cahaya yang stabil. Tugas monokromator yakni mengubah sumber cahaya polikromatik dengan berbagai panjang gelombang menjadi sumber cahaya monokromatik hanya dengan satu panjang gelombang. Kuvet berbentuk tabung reaksi yang dibuat khusus yang dipergunakan sebagai tempat sampel. Kuvet harus tidak berwarna, mempunyai permukaan yang sejajar sempurna secara optik, tidak bereaksi dengan bahan kimia, kuat, dan mempunyai bentuk yang sederhana. Kuvet yang dipakai harus bersih dan bebas dari debu, kotoran, sidik jari, dan goresan.

Tugas fotodetektor yakni mengubah cahaya yang diterima menjadi sinyal listrik. Tabung foton yakni jenis detektor sinar yang paling dasar. Tabung foton yakni tabung vakum yang mempunyai dua elektroda di dalam jendela transparan. Sistem pemrosesan data menerima, memperkuat, dan memproses sinyal listrik dari detektor sinar dalam memproses dan membaca data. Memanfaatkan mikroprosesor, pembacaan data memungkinkan data digital (angka) ditampilkan di layar.

B. Kerangka Teori

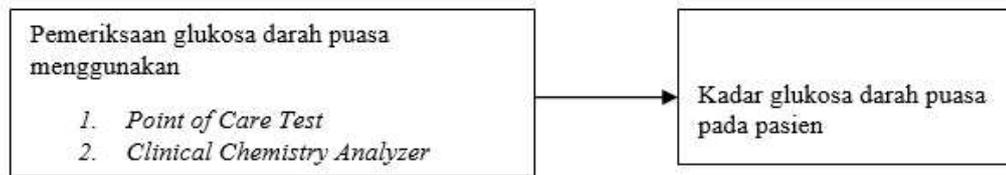


Sumber: Modifikasi (Hardjoeno, 2011)

Gambar 2.4 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep pada penelitian ini yakni



Gambar 2.5 Kerangka konsep

D. Hipotesis

H₀ :Tidak adanya perbedaan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa menggunakan *Point Of Care Test* dan *Clinical Chemistry Analyzer*.

H₁ :Adanya perbedaan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa menggunakan *Point Of Care Test* dan *Clinical Chemistry Analyzer*.