

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glukosa Darah

Glukosa darah atau kadar glukosa darah merupakan istilah yang mengacu kepada tingkat glukosa di dalam darah. Konsentrasi glukosa darah atau tingkat glukosa serum diatur dengan ketat di dalam tubuh. Kadar glukosa darah adalah suatu glukosa monosakarida, karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti *glikogen*, *ribose* dan *deoxiribose* dalam *asam nukleat*, *galaktosa* dalam laktosa susu, dalam *glikolipid*, dan dalam *glikoprotein* dan *proteoglikan* (Murray *et al*, 2009).

Glukosa yang dialirkan melalui darah adalah sumber utama energi untuk sel-sel tubuh. Kadar gula darah normal 70-110 mg/dl, metabolisme gula darah yang tidak normal dapat menyebabkan *hiperglikemia* dan *hipoglikemia*. *Hiperglikemia* merupakan keadaan kadar glukosa darah lebih dari 110 mg/dL. Faktor penyebab *hiperglikemi*, antara lain post prandial, diabetes mellitus dan *stress-related*. *Hipoglikemia* merupakan keadaan kadar glukosa terlalu terendah (kurang dari 70 mg/dL). Faktor penyebab *hipoglikemi* antara lain obat, insulinoma oral, penyakit, misalnya gagal ginjal, tumor pankreas (DiaSys, 2011).

Kadar glukosa dalam darah dalam tubuh dijaga dalam jumlah konstan, tubuh melakukan proses *glikogenesis*, *glikogenolisis*, dan *glukoneogenesis*. Proses-proses

tersebut dikendalikan oleh sekresi hormon-hormon tertentu di dalam tubuh. Hormon tersebut akan memicu kerja enzim-enzim yang berperan dalam membentuk glikogen, memecah glikogen, ataupun membentuk glukosa.

Glikogenesis adalah pembentukan glikogen dari glukosa. Peningkatan kadar glukosa dalam darah yang terjadi, misalnya beberapa saat setelah makan, menyebabkan pankreas mensekresi hormon insulin yang menstimulasi penyimpanan glukosa dalam bentuk glikogen di dalam hati dan otot. Hormon insulin akan menstimulasi enzim glikogen sintase untuk memulai proses *glikogenesis* (Kee,2013).

Glikogenolisis merupakan proses pemecahan molekul glikogen menjadi glukosa. Apabila tubuh dalam keadaan lapar, dan tidak ada asupan makanan, maka kadar glukosa dalam darah akan menurun. Glukosa diperoleh dengan memecah glikogen menjadi glukosa yang kemudian digunakan untuk memproduksi energi (Kee,2013)..

Glukoneogenesis adalah proses sintesis (pembentukan) glukosa dari sumber bukan karbohidrat. Molekul yang umum sebagai bahan baku glukosa adalah asam piruvat, namun oxaloasetat dan dihidroxiaseton fosfat dapat juga menjalani proses glukoneogenesis. *Glukoneogenesis* terjadi terutama dalam hati dan dalam jumlah sedikit terjadi pada korteks ginjal. *Glukoneogenesis* sangat sedikit terjadi di otak, otot rangka, otot jantung dan beberapa jaringan lainnya. Glukoneogenesis terjadi pada organ-organ yang membutuhkan glukosa dalam jumlah banyak. Glukoneogenesis terjadi di hati untuk menjaga kadar glukosa darah tetap dalam kondisi normal (Kee, 2013).

2.2 Hal-hal Yang Mempengaruhi Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa dalam darah dipengaruhi oleh keseimbangan antara jumlah yang masuk dan yang keluar. Sumber glukosa ada tiga macam yaitu :

- a. Makanan yang mengandung karbohidrat, setelah dicerna dan diserap jenis makanan ini merupakan sumber glukosa tubuh yang paling penting.
- b. Glikogen, disimpan dalam otot dan hepar sebagai cadangan, kemudian dipecah untuk melepaskan glukosa.
- c. Sebagian asam amino dipecah oleh hepar untuk menghasilkan glukosa.

Ketiga proses tersebut tidak memerlukan insulin, setelah glukosa masuk ke dalam aliran darah, insulin diperlukan untuk memungkinkan glukosa meninggalkan darah dan masuk ke dalam jaringan. Glukosa yang meninggalkan aliran darah pada pasien non-diabetik digunakan melalui dua cara, yaitu a) Energi segera bagi jaringan. b) Energi simpanan sebagai glikogen dalam hepar dan otot serta lemak di dalam jaringan adiposa (Mary E Beck, 2011).

Penurunan kadar glukosa darah disebabkan : 1) Gizi kurang yang diperoleh tubuh dalam waktu yang cukup lama. 2) Tubuh menjalani latihan fisik terlalu berat. 3) Berlangsungnya absorpsi glukosa yang tidak lancar. 4) Kegiatan organ inti yang mengalami gangguan (adanya kerusakan). 5) Ginjal tidak berfungsi dengan baik sehingga mengalami kegagalan fungsi. 6) Kekurangan hormon, misal hormon kelenjar thyroid dan adrenal. 7) Hormon insulin bertambah atau meningkat (Waspadji, 2007).

Kadar glukosa darah dapat mengalami peningkatan karena 1) Karbohidrat yang terserap melebihi kebutuhan bagi sumber energi. 2) Diabetes Mellitus. 3) Berlangsungnya depresi perasaan. 4) Berlangsungnya pembangkitan emosi yang berlebihan (Waspadji, 2007).

Hormon juga berpengaruh mengatur keseimbangan kadar glukosa darah dalam tubuh, antara lain hormon tiroid, hormon insulin, hormon epinefrin, dan hormone pertumbuhan. Hormon tiroid disekresi oleh kelenjar gondok dan mempunyai efek meningkatkan kadar glukosa darah dengan cara meningkatkan penyerapan glukosa dari usus. Hormon epinefrin dihasilkan oleh medula kelenjar adrenal dan mempunyai efek mengubah glikogen menjadi glukosa yang terutama ada di dalam hati (Ganong, 2008). Hormon insulin diproduksi di dalam pankreas oleh sel beta pulau langerhans, bekerja mengatur metabolisme karbohidrat bersama dengan hati, jaringan adipose, otot, dan bertanggung jawab terhadap nilai konstan glukosa darah (Sunita, 2009). Hormon pertumbuhan disekresi oleh hipofise anterior yang menimbulkan pengeluaran asam lemak bebas dari jaringan adipose, jadi mempermudah ketogenesis. Hormon ini dapat menurunkan pemasukan glukosa oleh hati dan dapat menurunkan pengikatan insulin oleh jaringan (Sunita, 2009).

2.3 Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan kadar glukosa darah antara lain glukosa darah sewaktu (GDS), glukosa darah puasa (GDP), dan glukosa darah 2 jam setelah makan atau glukosa 2 jam post prandial dan pemeriksaan HbA1c yang merupakan pemeriksaan untuk mengetahui kondisi glukosa darah dalam tiga bulan terakhir (Sacher, 2009).

Menurut Hardjoeno (2007) fungsi pemeriksaan glukosa darah adalah sebagai tes saring, tes diagnostik, dan tes pengendalian. Tes saring biasanya menggunakan glukosa darah sewaktu bertujuan untuk mendeteksi kasus diabetes mellitus (DM) sedini mungkin sehingga dapat dicegah kemungkinan terjadinya komplikasi kronik. Tes diagnostik bertujuan untuk memastikan diagnosis DM pada individu dengan keluhan klinis khas DM, atau mereka yang terdiagnosis pada tes saring.

Tes diagnostik mengambil glukosa darah puasa dan glukosa darah dua jam post prandial sebagai sampel pemeriksaan. Tes pengendalian, bertujuan untuk memantau keberhasilan pengobatan yang mencegah terjadinya komplikasi kronik. Tingkat keberhasilan proses terapi atau pengobatan dapat diketahui dengan pemeriksaan glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa dan glukosa darah dua jam post prandial, apabila pemeriksaan glukosa darah dua jam post prandial abnormal maka dapat dilakukan pemeriksaan tes toleransi glukosa oral.

2.4 Pengukuran Glukosa Darah Puasa

Kadar glukosa darah puasa adalah hasil pengukuran glukosa terhadap sampel darah yang diambil ketika tidak ada asupan kalori selama paling sedikit 8 jam puasa (Sacher, 2009). Hasil pemeriksaan Glukosa Darah Puasa (GDP) ≥ 126 mg/dL dapat digunakan sebagai pedoman diagnosis DM (Suzane, 2011).

Pengukuran kadar glukosa darah dapat dilakukan dengan metode kimia dan enzimatik. Pengukuran dengan metode kimia didasarkan atas kemampuan reduksi. Metode ini jarang dipakai karena spesifitas pemeriksaan yang rendah. Prinsip pemeriksaan yaitu proses kondensasi glukosa dengan akromatik amin dan asam

asetat glasial pada suasana panas, sehingga terbentuk senyawa berwarna hijau dan diukur secara fotometri. Kelemahan metode kimia adalah langkah pemeriksaan yang panjang sehingga memungkinkan terjadi kesalahan, dan reagen metode kimiawi bersifat korosif pada alat laboratorium (Depkes, 2005).

Metode enzimatik merupakan metode yang sekarang digunakan, memberikan hasil spesifitas tinggi, karena hanya glukosa yang terukur. Cara ini digunakan untuk menentukan nilai batas, terdapat dua macam metode enzimatik yang digunakan yaitu *glucose oxidase* dan metode *hexokinase* (Depkes, 2005).

a. Metode *glucose oxidase*

Prinsip pemeriksaan : enzim glukosa oxidase mengkatalisis reaksi oksidase menjadi glukono lakton dan hidrogen peroksida.

Glukosa + O₂ Glukosa Oksidaese O – glukono – lakton + H₂O₂. Penambahan enzim peroksidase dan aseptor oksigen kromogenik seperti O - dianiside.

O – Dianisidine (red) + H₂ O₂ PeroksidaseO – Dianinine (oks) + H₂ O₂

b. Metode *hexokinase*, merupakan metode pengukuran kadar glukosa darah yang dianjurkan WHO dan IFCC. Laboratorium yang ikut PNPME-K (±10%) menggunakan metode ini untuk pemeriksaan glukosa darah. Prinsip pemeriksaan adalah *hexokinase* akan mengkatalis reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP membentuk glukosa-6-fosfat dan ADP. Enzim kedua yaitu glukosa-6-fosfat dehidrogenase mengkatalisis oksidasi glukosa-6-fosfat dengan *nicotinamide adenine dinocleotide phosphate* (NADP⁺) (Depkes, 2005).

2.5 Sampel Serum

Sampel atau bahan pemeriksaan kadar glukosa darah adalah serum, plasma, dan darah lengkap. Serum, merupakan bagian cairan darah tanpa faktor pembekuan atau sel darah. Serum didapatkan dengan cara membiarkan darah di dalam tabung reaksi tanpa antikoagulan membeku, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan tinggi untuk mengendapkan sel-selnya. Sentrifugasi merupakan proses pemisahan benda padat dari benda cair dengan dilakukan pemutaran, ketika darah disentrifugasi maka sel darah yang lebih berat akan mengendap ke bawah sedangkan serum yang terdapat *clot* berada di lapisan teratas. Cairan di atas yang berwarna kuning jernih disebut serum (Evelyn, 2009). Pemakaian serum mencegah pencemaran spesimen oleh antikoagulan yang mungkin mempengaruhi hasil pemeriksaan. Pengambilan serum harus dilakukan hati-hati supaya tidak terjadi hemolisis (Sacher, 2009).

Teknik pemisahan serum tanpa sentrifugasi dilakukan dengan cara darah dimasukkan dalam tabung tanpa antikoagulan, kemudian darah dibiarkan membeku kurang lebih satu sampai dua jam hingga terbentuk serum. Serum yang diperoleh sesegera mungkin dipisahkan, kemudian diperiksa kadar glukosa darahnya secara fotometrik. Serum harus segera dipisahkan dari bahan bekuan darah paling lambat 2 jam setelah pengambilan darah untuk menghindari perubahan dari zat-zat yang terlarut di dalamnya oleh pengaruh hemolisis darah (Hardjoeno, 2006). Darah yang tidak disentrifus akan berlangsung proses glikolisis yang menurunkan kadar glukosa 5–7 % per jam (5- 10 mg/dl) (Morgan dalam Kardika, 2013).

2.6 Penyimpanan Sampel Serum Untuk Pemeriksaan Glukosa Darah

Sampel yang sudah diambil harus segera diperiksa karena stabilitas sampel dapat berubah. Stabilitas sampel sangat dipengaruhi adanya kontaminasi oleh kuman dan bahan kimia, metabolisme oleh sel-sel hidup pada sampel, penguapan, suhu, dan paparan sinar matahari. Sampel yang tidak langsung diperiksa dapat disimpan dengan memperhatikan jenis pemeriksaan. Penyimpanan sampel darah sebaiknya dalam bentuk serum atau lisat. Penyimpanan sampel serum untuk kadar glukosa darah stabil selama 12 jam disimpan pada suhu 2-8°C lemari pendingin (Kemenkes, 2011).

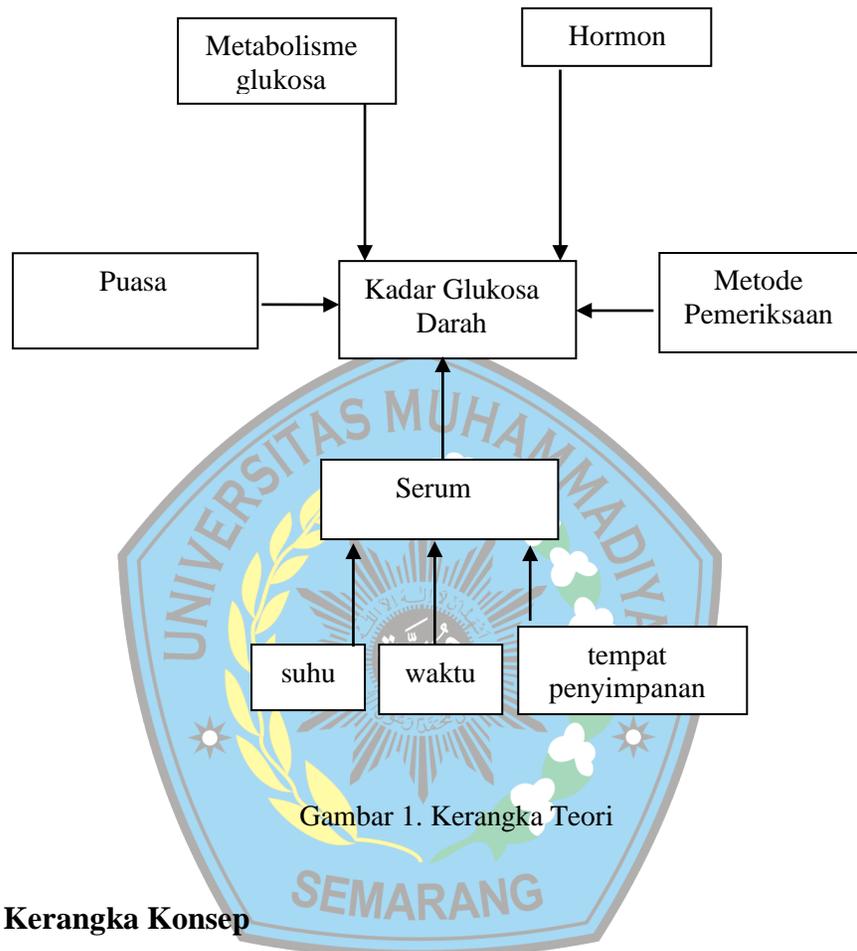
Pengumpulan kadar glukosa darah dalam tabung vacutainer untuk analisis kimiawi serum memungkinkan terjadinya metabolisme glukosa dalam sampel oleh sel-sel darah sampai terjadi pemisahan melalui pemusingan. Hitung sel darah yang sangat tinggi menyebabkan glikolisis berlebihan dalam sampel sehingga terjadi penurunan kadar glukosa darah yang bermakna. Suhu lingkungan tempat darah disimpan sebelum pemisahan juga mempengaruhi tingkat glikolisis. Glukosa tetap stabil selama beberapa jam di dalam darah apabila disimpan dalam lemari pendingin. Penyimpanan pada suhu kamar akan menyebabkan penurunan 1-2% glukosa/jam (Sacher, 2009).

2.7 Hal-hal Yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah Puasa

Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa dipengaruhi oleh tahapan pemeriksaan, yaitu tahap pra analitik, analitik, maupun paska analitik. Tahap pra analitik antara lain persiapan pasien, persiapan pengambilan sampel, sentrifugasi dan pemisahan serum dengan sel darah. Tahap persiapan, pasien diinformasikan mengenai waktu pengambilan darah serta tatalaksana puasa untuk kepentingan pemeriksaan kadar glukosa darah puasa. Puasa dilakukan minimal 8 jam setelah makan malam untuk mengurangi variabilitas kandungan gizi dalam makanan dan minuman yang dikonsumsi, yang diserap ke dalam aliran darah dan dapat memberikan dampak langsung. Pengambilan sampel lebih baik dilakukan pada pagi hari. Pemisahan serum harus dilakukan sesegera mungkin setelah darah ditampung, untuk menghindari turunnya kadar glukosa dalam darah (Morgan dalam Kardika, 2013).

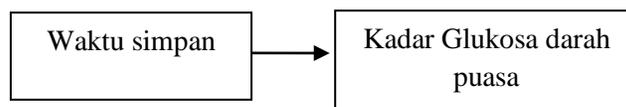
Tahap analitik berhubungan dengan ketelitian dan kesalahan sistematis yang berhubungan dengan ketepatan hasil analisis laboratorium. Tahap analitik perlu memperhatikan reagen, alat, metode pemeriksaan, pencampuran sampel dan proses pemeriksaan. Tahap paska analitik atau tahap akhir pemeriksaan yang dikeluarkan untuk meyakinkan bahwa hasil pemeriksaan yang dikeluarkan benar – benar valid atau benar (Kemenkes, 2011).

2.8 Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2. Kerangka Konsep

2.10. Hipotesis

Ada perbedaan kadar glukosa darah puasa pada sampel segera diperiksa, dengan 2 jam, 12 jam, dan 24 jam pemeriksaan.