

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Glukosa Darah

Produk akhir metabolisme karbohidrat serta sumber energi utama pada organisme hidup merupakan glukosa, dimana penggunaan glukosa dikendalikan oleh insulin (Dorland, 2011). Hormon insulin diperlukan untuk permeabilitas membrane sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel, jika insulin tidak bekerja dengan baik maka tubuh akan mengalami gangguan kemampuan untuk menggunakan makanan yang dikonsumsi sehari-hari (Joyce, 2013).

Glukosa merupakan karbohidrat yang beredar di tubuh dalam proses metabolisme dan sumber energi untuk sel (Yuriska, 2009). Glukosa dalam makanan berupa karbohidrat yang diserap dengan jumlah besar ke dalam darah dan gula lain diolah menjadi glukosa di hati (Murray, 2009). Glukosa berperan sebagai molekul utama untuk pembentukan energi dalam tubuh. Di dalam hati baik monosakarida, disakarida, polisakarida yang dikonsumsi akan dipecah menjadi glukosa (Irawan 2007).

Glukosa darah atau kadar gula darah dalam darah merupakan faktor penting untuk kelancaran kerja tubuh (Ekawati, 2012). Hormon insulin dibutuhkan untuk menjaga kadar glukosa dalam darah. Hormon insulin di dalam tubuh dapat menimbulkan hiperglikemia atau yang disebut juga penyakit diabetes mellitus hal ini karena insulin mengalami defisiensi (kekurangan) yang berarti

kadar glukosa dalam darah tinggi, dan bila kadar glukosa dalam darah terlalu rendah disebut hipoglikemia (Marry, 2009).

Kadar glukosa darah atau kadar glukosa plasma ditentukan oleh keseimbangan antara jumlah glukosa yang masuk ke dalam aliran darah dan yang meninggalkan aliran darah. Glukosa yang dikonsumsi tubuh 5% nya diubah menjadi glikogen di dalam hati, dan sekitar 30-40% glukosa dimetabolisme di dalam otot dan jaringan lain (Wulandari, 2016). Pada orang normal glukosa plasma akan turun kurang lebih 60 mg/dl sebab asupan yang kurang namun tidak sampai menyebabkan timbulnya gejala hipoglikemia karena glukogenesis yang mencegah terjadinya penurunan lebih lanjut (Ganong, 2012).

2.1.1. Metabolisme Glukosa Darah

Asam piruvat, asam laktat, dan asetilkoenzim A (Asetil-KoA) merupakan hasil metabolisme glukosa yang dapat menghasilkan energi. Tahap awal dari metabolisme glukosa yaitu proses glikogenolisis yang merupakan proses pemecahan glikogen menjadi glukosa dengan bantuan enzim glikogen fosforilase, glukosa 1-fosfat dilepas dengan bantuan enzim fosforilase dan diubah menjadi glukosa 6-fosfat oleh enzim fosfoglukomutase. Tahap terakhir dengan bantuan enzim glukosa 6-fosfatase glukosa 6-fosfat didefosforilasi sehingga terbentuk glukosa. Dalam proses pencernaan glukosa diubah menjadi asam piruvat (Ningsih, 2015) serta asam piruvat akan dikonversi menjadi 2 molekul asetilkoenzim (Fadhilla Smara, 2016).

Saat puasa, glikogen yang ada di dalam hati dipecah lalu melepaskan glukosa ke dalam aliran darah. Glikogen akan habis jika puasa lebih lama dan terjadi peningkatan glukoneogenesis dari asam amino dan gliserol di dalam hati. Glukosa plasma pada orang normal akan turun sekitar 60 mg/dl dikarenakan kelaparan yang berkepanjangan namun tidak menimbulkan gejala hipoglikemia (kadar glukosa rendah) karena glukogenesis mencegah terjadinya penurunan lebih lanjut (Wulandari, 2016).

2.1.2. Glikolisis

Glikolisis adalah jalur utama metabolisme glukosa, fruktosa, galaktosa, dan karbohidrat lain yang berasal dari makanan. Glikolisis berasal dari kata gliko yang berarti gula dan lisis yang berarti penguraian atau pemecahan, jadi glikolisis merupakan suatu proses penguraian satu molekul glukosa (6 atom karbon) atau monosakarida lain menjadi dua molekul asam piruvat (3 atom karbon), 2 NADH, dan 2 ATP. Tanpa zat penghambat glikolisis akan tetap terjadi meskipun sampel darah telah dikeluarkan dari dalam tubuh karena eritrosit, leukosit dan juga kontaminasi dari bakteri akan menyebabkan kadar glukosa menurun (Assifa, 2016). Glikolisis dapat dihindari dengan :

- a) Pemeriksaan segera setelah pengambilan darah,
- b) Pemberian antikoagulan
- c) Simpan dalam keadaan dingin (Diyono, 2008)

2.1.3. Macam-Macam Pemeriksaan Glukosa Darah

Glukosa darah dapat diketahui kadarnya dengan memeriksa kadar glukosa darah sewaktu, glukosa darah puasa, glukosa 2 jam post prandial, dan tes toleransi glukosa oral.

a. Glukosa darah sewaktu

Glukosa darah sewaktu adalah pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan seketika waktu tanpa harus puasa atau melihat makanan yang terakhir yang dimakan. Kadar normal glukosa darah sewaktu kurang dari 110 mg/dl.

b. Glukosa darah puasa

Merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 10-12 jam. Kadar normal glukosa darah puasa antara 70-110 mg/dl. Glukosa darah puasa ini dapat menunjukkan keadaan keseimbangan glukosa secara keseluruhan dan pengukuran rutin sebaiknya dilakukan pada sampel glukosa puasa.

c. Glukosa 2 jam post prandial

Pemeriksaan glukosa 2 jam post prandial biasanya dilakukan untuk menguji respon metabolik terhadap pemberian karbohidrat 2 jam setelah makan, sampel darah diambil 2 jam setelah makan atau pemberian karbohidrat. Kadar normal glukosa 2 jam post prandial adalah kurang dari 140 mg/dl, jika 2 jam setelah makan kadar glukosa kurang dari 140 mg/dl, maka kadar glukosa tersebut sudah kembali ke kadar sesudah kenaikan awal yang berarti bahwa pasien tersebut mempunyai mekanisme pembuangan glukosa yang normal. Sebaliknya, jika kadar

glukosa 2 jam setelah makan masih tetap tinggi, maka dapat dikatakan adanya gangguan metabolisme pembuangan glukosa.

d. Tes toleransi glukosa oral

Tes ini dilakukan jika ditemukan keraguan hasil glukosa darah. Pemeriksaan dilakukan dengan cara pasien diberi asupan karbohidrat dengan tetap memperhatikan beberapa hal seperti keadaan status gizi yang normal, tidak merokok, tidak sedang mengonsumsi salisilat, diuretik, anti kejang steroid, atau kontrasepsi oral, dan tidak makan dan minum apapun selain air selama 12 jam sebelum pemeriksaan (Wulandari, 2007).

2.1.4. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Glukosa

a. Pola makan

Pola makan sangat mempengaruhi kadar glukosa. Minuman dan makanan terutama yang mengandung karbohidrat, lemak, dan protein dapat menaikkan kadar glukosa darah (Wulandari, 2007).

b. Merokok

Merokok merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi dan memperburuk perkembangan penyakit diabetes. Berhenti merokok dapat mengurangi risiko diabetes dengan memberikan efek penurunan kadar gula darah (Toharin, 2015).

c. Alkohol

Konsumsi alkohol dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Alkohol dapat menyebabkan inflamasi kronis pada pankreas atau pancreatitis.

Pankreatitis dapat menimbulkan gangguan produksi insulin dan akhirnya dapat menyebabkan penyakit diabetes mellitus.

d. Obat-obatan

Obat-obatan yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah yaitu obat antidiabetika, thiazid, kortikosteroid. Pengelolaan diabetes melitus dapat dilakukan dengan pendekatan dengan obat jika pendekatan tanpa obat seperti pengaturan makan disertai dengan latihan jasmani yang cukup selama beberapa waktu kurang efektif, pasien diberikan obat hipoglikemik oral (OHO) atau suntikan insulin sesuai dengan indikasi.

e. Aktivitas fisik/olahraga

Aktivitas fisik atau olahraga dapat menurunkan berat badan dan menurunkan kadar glukosa darah karena saat berolahraga penggunaan glukosa oleh otot yang aktif akan meningkat. Olahraga dapat membantu pengendalian glukosa darah, mengurangi resistensi insulin sehingga kerja insulin lebih baik dan memperbaiki sensitivitas terhadap insulin (Smara, 2016).

f. Suhu dan waktu (penundaan pemeriksaan)

Sampel darah pada suhu kamar yang dikeluarkan tanpa menggunakan antikoagulan mengalami proses penguraian dengan kecepatan kurang lebih 7 mg/dl setiap satu jam. Sedangkan pada suhu 4°C glukosa berkurang 2 mg/dl setiap satu jam (Assyifa, 2016).

Penundaan pemeriksaan glukosa darah dapat menyebabkan turunnya kadar glukosa karena adanya aktifitas sel darah (Sacher, 2012). Gula dalam darah

mengalami perubahan-perubahan oleh enzim yang ada di dalam darah tersebut, sehingga bila darah dibiarkan lama maka sebagian gula dalam darah sudah pecah dan nilai yang diperoleh menjadi kurang dari nilai yang seharusnya (Araini, 2011).

2.2. Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa awalnya menggunakan darah lengkap (*whole blood*) baik yang berasal dari pembuluh darah vena maupun kapiler, namun tidak hanya dengan darah lengkap pemeriksaan glukosa juga bisa menggunakan serum dan plasma (Sacher, 2012). Perbedaan antara serum dan plasma yaitu, serum tidak mengandung fibrinogen tetapi mengandung protein lainnya, sedangkan plasma mengandung protein terlarut seperti fibrinogen (Riswanto, 2013).

Penurunan kadar glukosa dapat terjadi karena proses glikolisis yang dapat disebabkan hitung sel darah merah yang tinggi, namun penurunan kadar tersebut dapat dicegah jika sampel segera diperiksa. Tingkat glikolisis juga dipengaruhi oleh suhu. Kadar glukosa dalam darah pada suhu kamar akan menurun kurang lebih 1-2 % pada sampel serum perjam karena proses glikolisis. Namun pada proses penyimpanan, penurunan kadar glukosa darah dapat dicegah dengan pemberian antikoagulan NaF (Natrium Flourida) (Sacher, 2012). Antikoagulan NaF berfungsi sebagai antiglikolitik. Antiglikolitik dapat mencegah metabolisme gula sehingga dapat mempertahankan stabilitas kadar glukosa dalam sampel (Nugraha, 2015).

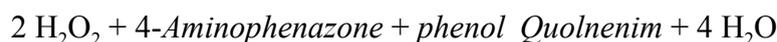
2.2.1. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa darah dapat dilakukan dengan metode enzimatik, kimiawi, serta cara strip (Kristiana, 2015), tetapi metode yang lebih banyak digunakan yaitu metode enzimatik yang lebih spesifik (menggunakan glukosa oksidase atau heksokinase yang bekerja pada glukosa tetapi tidak pada gula lain (Smara, 2016).

a. Metode Glukosa Oksidase (GOD-PAP)

Metode glukosa oksidase (GOD-PAP) merupakan metode pemeriksaan yang spesifik untuk melakukan pengukuran kadar glukosa dalam serum atau plasma melalui reaksi dengan glukosa oksidase. Prinsip metode ini adalah reaksi enzimatik dengan adanya glukosa oksidase (GOD), membentuk asam glukonik hidrogen peroksidase. Hidrogen peroksidase yang terbentuk akan bereaksi dengan katalisator yaitu enzim peroksidase (POD), phenol dan 4-aminohenazone membentuk *quinonemine*. Kemudian terbentuk intensitas warna merah violet yang diukur dengan fotometer (Faridah, dkk, 2011).

Reaksi :



b. Metode Heksokinase

Metode heksokinase dianjurkan oleh WHO digunakan untuk pengukuran kadar glukosa. Prinsip pemeriksaannya adalah kinase akan mengkatalisis reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP, membentuk glukosa-6fosfat, dan ADP. Enzim

kedua yaitu glukosa 6-fosfat dengan *nicotinamide adenine dinucleotide phosphate* (NADP) (Kemenkes RI, 2011).

Reaksi :

Glukosa + ATP → Glukosa 6-fosfat + ADP

Glukosa 6-fosfat + NADP (p) → 6-fosfoglukonat + NAD(p) H+H⁺

c. Metode Kimiawi

Metode kimiawi sekarang sudah jarang digunakan karena sensitifitas pemeriksaannya kurang tinggi. Gula selain glukosa yang ada di dalam darah akan terukur pada metode ini, sehingga dapat menyebabkan hasilnya akan lebih tinggi dari metode enzimatik (Kristiana, 2015).

d. Cara Strip POCT (*Point Of Care Testing*)

Cara strip merupakan alat pemeriksaan sederhana untuk penggunaan sampel darah kapiler. Cara strip memiliki keterbatasan yang dipengaruhi oleh suhu dan volume sampel yang kurang serta akurasinya belum diketahui. Cara strip tidak digunakan untuk menegakkan diagnosis klinis (Kristiana, 2015).

2.2.2. Antikoagulan

Antikoagulan adalah bahan tambahan yang mengandung bahan kimia yang harus memenuhi persyaratan yaitu tidak mengganggu atau mengubah kadar zat yang ada di dalam darah yang akan diperiksa, yang digunakan untuk mencegah pembekuan di dalam sampel darah (Depkes RI, 2004). Penambahan antikoagulan mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap sampel darah, oleh sebab itu

penambahan antikoagulan harus berdasarkan kebutuhan pemakaian (Nugraha, 2015).

a. EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid*)

EDTA terdapat dalam bentuk garam natrium (sodium) atau potassium (kalsium). EDTA tersedia dalam bentuk cair yaitu kalium (K_3EDTA) dan dalam bentuk kering yaitu garam di-natrium (Na_2EDTA) dan di-kalium (K_2EDTA). Antikoagulan EDTA memiliki kelebihan sebagai antikoagulan yang memiliki sifat zat aditif yang tidak dapat merubah morfologi sel dan mencegah trombosit bergumpal. Antikoagulan EDTA mencegah koagulasi dengan cara mengikat kalsium. Oleh karena itu EDTA sering digunakan untuk pemeriksaan hematologi.

b. Sitrat

Sitrat adalah antikoagulan yang mengubah ion Ca dalam darah menjadi bentuk Ca yang tidak terion. Antikoagulan ini dapat mencegah koagulasi. Natrium sitrat digunakan untuk pemeriksaan laju endap darah (LED) cara *westergreen*.

c. Heparin

Heparin adalah antikoagulan pilihan sebab tidak mengubah komposisi darah, tetapi penggunaan juga perlu dijaga (tidak terlalu banyak) agar tidak terjadi perubahan distribusi antara air, sel darah dan plasma. Macam-macam heparin yang biasa digunakan di laboratorium yaitu ammonium heparin, lithium heparin, dan sodium heparin.

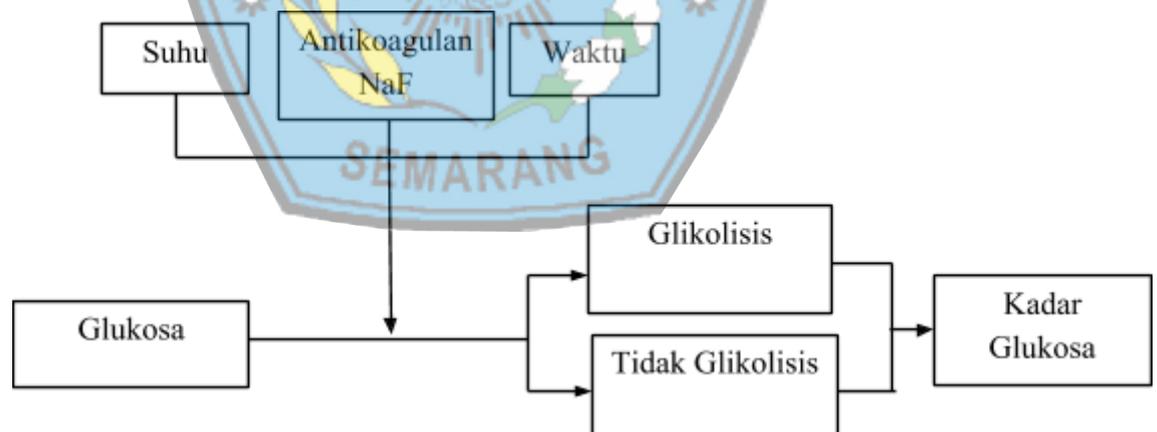
d. Oxalat

Oxalat adalah antikoagulan yang bereaksi dengan kalsium darah menjadi kalsium oxalat yang tidak larut. Oxalat biasanya digunakan dalam bentuk garam kalium, ammonium, lithium, atau natrium oxalat (Assyifa, 2016).

e. NaF (Natrium Flourida)

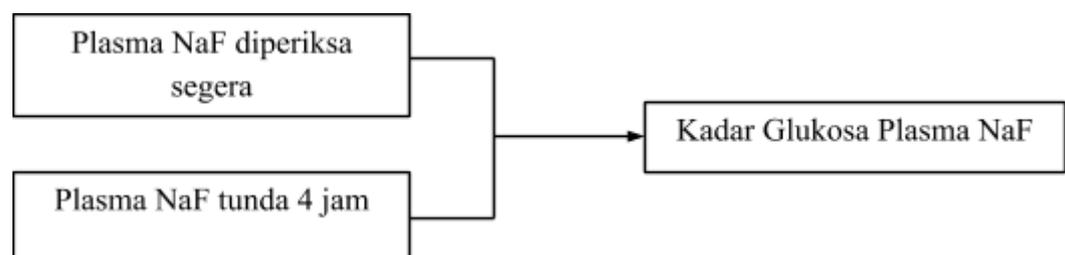
NaF (Natrium Flourida) adalah antiglikolitik yang dapat mencegah metabolisme glukosa sehingga kadar glukosa dalam darah tetap stabil. Antikoagulan Natrium Flourida dikombinasikan dengan kalsium oksalat untuk pemeriksaan glukosa darah (Nugraha, 2015).

2.3. Kerangka Teori



Bagan 1. Kerangka Teori

2.4. Kerangka Konsep



Bagan 2. Kerangka Konsep

2.5. Hipotesis

Ada perbedaan kadar glukosa plasma NaF yang diperiksa segera dan tunda 4 jam.

