

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Glukosa darah**

Glukosa darah merupakan gula yang terdapat dalam darah yang berasal dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen dihati dan diotot rangka. Glukosa darah berfungsi sebagai penyedia energi tubuh dan jaringan-jaringan dalam tubuh (Widyastuti, 2011). Kadar glukosa juga dipengaruhi berbagai faktor dan hormon insulin yang dihasilkan kelenjar pankreas, sehingga hati dapat mengatur kadar glukosa dalam darah (Ekawati, 2012).

Glukosa darah dibagi menjadi dua yaitu hiperglikemia dan hipoglikemia. Hiperglikemia bisa terjadi karena asupan karbohidrat dan glukosa yang berlebihan. Beberapa tanda dan gejala dari hiperglikemia yaitu peningkatan rasa haus, nyeri kepala, sulit konsentrasi, pengelihan kabur, peningkatan frekuensi berkemih, letih, lemah, penurunan berat badan. Sedangkan hipoglikemia juga bisa terjadi karena asupan karbohidrat dan glukosa kurang. Beberapa tanda dan gejala dari hipoglikemia yaitu gangguan kesadaran, gangguan penglihatan, gangguan daya ingat, berkeringat, tremor, palpitasi, takikardia, gelisah, pucat, kedinginan, gugup, rasa lapar (M.Mufti dkk, 2015).

Kadar glukosa darah dalam keadaan normal berkisar antara 70-110 mg/dl. Nilai normal kadar glukosa dalam serum dan plasma adalah 75-115 mg/dl, kadar gula 2 jam postprandial  $\leq$  140 mg/dl, dan kadar gula darah sewaktu  $\leq$  140 mg/dl (Widyastuti, 2011).

## **B. Macam-macam glukosa darah**

### **a. Glukosa darah sewaktu**

Glukosa darah sewaktu merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setiap hari tanpa memperhatikan makanan yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut.

### **b. Glukosa darah puasa**

Glukosa darah puasa merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setelah pasien puasa selama 8-10 jam.

### **c. Glukosa 2 jam setelah makan**

Glukosa 2 jam setelah makan merupakan pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan 2 jam dihitung setelah pasien selesai makan (M.Mufti dkk, 2015).

## **C. Metabolisme**

Metabolisme merupakan proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Proses yang melibatkan banyak enzim didalamnya, sehingga terjadi penukaran bahan dan energi. Dibawah ini metabolisme yang mempengaruhi kadar glukosa darah yang terjadi didalam tubuh yaitu : (Widyastuti, 2011).

### **a. Metabolisme karbohidrat**

Karbohidrat dalam makanan diubah menjadi glukosa, galaktosa, dan fruktosa disaluran cerna. Monosakarida diserap usus, masuk kedalam darah, dan berpindah ke jaringan dimana zat itu dimetabolis. Setelah dibawa kedalam sel, glukosa mengalami fosforilasi oleh heksokinase menjadi glukosa 6-fosfat. Glukosa 6-

fosfat kemudian masuk ke sejumlah jalur metabolik. Tiga jalur yang terdapat jenis sel yaitu glikolisis, jalur pentosa fosfat, dan sintesis glikogen. Jaringan, fruktosa dan galaktosa diubah menjadi zat antara metabolisme glukosa. Dengan demikian nasib gula-gula ini sejajar dengan nasib yang dialami glukosa.

Glukosa 6-fosfat adalah jalur glikolisis yang merupakan sumber ATP untuk semua jenis sel. Sel yang tidak memiliki mitokondria tidak dapat mengoksidasi bahan bakar lain. Sel tersebut menghasilkan ATP dan glikolisis aerobik. Sel yang memiliki mitokondria mengoksidasi glukosa menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  melalui glikolisis dan siklus asam trikarboksilat.

Glukosa 6-fosfat juga mengoksidasi melalui jalur pentosa fosfat yang menghasilkan NADPH. Glukosa 6-fosfat juga diubah menjadi UDP glukosa yang mempunyai banyak fungsi dalam sel. Nasib utama UDP glukosa adalah sintesis glikogen (polimer untuk menyimpan glukosa). Sel memiliki glikogen sebagai pemasok glukosa, simpanan terbesar glikogen adalah otot dan hati. Glikogen di otot digunakan untuk menghasilkan ATP selama kontraksi otot. Glikogen hati digunakan untuk mempertahankan kadar glukosa darah (Marks dkk, 2000).

b. Metabolisme glukosa

Glukosa darah diserap oleh dinding usus masuk aliran darah lalu masuk hati dan disintesis menghasilkan glikogen. Glikogen dioksidasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  atau dilepas dibawa aliran darah ke dalam sel tubuh yang memerlukan. Glukosa darah dari sirkulasi ke dalam sel tidak terjadi penumpukan glukosa di dalam aliran glukosa darah. Kadar glukosa dikendalikan hormon yang dihasilkan oleh sel beta *langerhans* dari pancreas yaitu hormon insulin.

Hormon insulin yang tersedia kurang dari kebutuhan maka glukosa menumpuk dalam sirkulasi darah sehingga darah akan meningkat dan jika kadar glukosa tinggi melebihi ambang ginjal maka glukosa darah akan keluar bersama urine (Munjariyani, 2009).

#### **D. Faktor yang mempengaruhi glukosa darah**

1. Pola hidup pasien dapat mempengaruhi glukosa darah.

a. Diet

Pemeriksaan glukosa dan trigliserida makan dan minuman mempengaruhi hasil pemeriksaan.

b. Obat

Pemberian obat dilakukan secara oral maupun yang lain akan menyebabkan terjadi respon tubuh terhadap obat tersebut.

c. Merokok

Merokok terjadi perubahan cepat dan lambat kadar zat yang diperiksa. Perubahan cepat dalam 1 jam dengan 1 – 5 batang perubahan yang terjadi asam lemak, epinefrin, gliserol bebas, aldosterol dan kortisol meningkat. Perubahan lambat terjadi pada lipoprotein, aktivitas enzim, hormon, vitamin dan logam berat.

d. Aktivitas fisik

Kehilangan cairan yang diakibatkan karena keringat dan perubahan kadar hormon akan mengakibatkan kadar yang besar pada gula darah di arteri dan vena.

e. Demam

Tahap permulaan gula darah meningkat dan tahap selanjutnya gula darah turun karena terjadi peningkatan kadar insulin (Menkes, 2010).

2. Hormon yang Mempengaruhi kadar glukosa

a. Insulin

Hormon ini dihasilkan oleh sel-sel beta pada pulau-pulau *Langerhans* pankreas sebagai reaksi langsung terhadap keadaan hiperglikemia. Selain pengaruh langsung hiperglikemia dalam meningkatkan ambilan glukosa baik ke hati maupun jaringan perifer, hormon insulin mempunyai peranan sentral dalam mengatur konsentrasi glukosa. Insulin mempunyai efek segera meningkatkan glukosa di jaringan seperti jaringan adiposa dan otot. Sebaliknya, hormon insulin tidak memiliki efek langsung terhadap penetrasi glukosa pada sel-sel hati. Meskipun demikian, secara tidak langsung insulin akan meningkatkan ambilan jangka panjang glukosa oleh hati sebagai hasil kerjanya pada sintesis enzim yang mengontrol glikolisis, glikogenesis, dan glukoneogenesis.

b. Epinefrin

Epinefrin disekresi medula adrenal sebagai akibat dari rangsangan yang menimbulkan stres dan menimbulkan glikogenolisis di hati serta otot karena stimulasi enzim fosforilase dengan menghasilkan cAMP.

c. Hormon tiroid

Kadar glukosa puasa tampak naik di antara pasien-pasien hipertiroid dan menurun di antara pasien – pasien hipotiroid. Pada pasien hipertiroid kelihatannya menggunakan glukosa dengan kecepatan yang normal atau meningkat, sedangkan

pasien hipotiroid mengalami penurunan kemampuan dalam menggunakan glukosa dan mempunyai sensitivitas terhadap insulin yang jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan orang-orang normal atau penderita hipertiroid (Yuriska, 2009).

### 3. Suhu

Sampel darah yang sudah berada diluar tubuh berupa serum yang didinginkan pada suhu 20<sup>0</sup>C akan stabil dalam 24 jam, sedangkan pada suhu ruang sampel darah tanpa adanya penambahan zat penghambat glikolisis akan terjadi metabolisme setelah 10 menit dengan kecepatan glikolisis mencapai 7mg/dl perjam. Sampel darah yang sudah berada diluar tubuh jika tidak segera dilakukan pemeriksaan akan mengalami penurunan (Munjariyani, 2009 & Widyastuti, 2011).

### 4. Stabilitas

Spesimen yang sudah diambil harus segera diperiksa karena stabilitas spesimen dapat berubah.

Faktor yang mempengaruhi stabilitas spesimen antara lain :

- a. Kontaminasi oleh kuman dan bahan kimia.
- b. Metabolisme sel-sel hidup pada spesimen.
- c. Terjadi penguapan.
- d. Pengaruh suhu.
- e. Terkena paparan sinar matahari (Menkes, 2010).

### **E. Darah**

Darah merupakan suatu cairan yang sangat penting bagi manusia karena berfungsi sebagai alat transportasi serta memiliki banyak kegunaan lainnya untuk menunjang kehidupan. Tanpa darah yang cukup seseorang dapat mengalami gangguan kesehatan dan bahkan dapat mengakibatkan kematian. Darah pada tubuh manusia mengandung 55 % plasma darah ( cairan darah ) dan 45 % sel – sel darah ( darah padat ). Jumlah darah yang ada pada tubuh kita yaitu sekitar sepertigabelas berat tubuh orang dewasa atau sekitar 4 atau 5 liter (Djojodibroto 2003).

Darah dan urin dapat digunakan untuk pemeriksaan glukosa darah. Pemeriksaan Glukosa darah juga dapat diperiksa dengan menggunakan bahan serum, plasma dan darah lengkap (Suyono, 2009).

### **F. Serum**

Darah dibiarkan membeku terlebih dahulu pada suhu kamar selama 20-30 menit, kemudian disentrifuge 3000 rpm selama 5-15 menit. Pemisahan serum dilakukan kurang dari 2 jam setelah pengambilan spesimen, kecuali untuk pemeriksaan gula darah pemisahan dilakukan kurang dari 30 menit setelah darah membeku. Serum yang memenuhi syarat harus tidak kelihatan merah dan keruh Menurut keputusan menteri kesehatan republik indonesia nomor 1792/ MENKES/ SK/ XII/ 2010 tentang pedoman pemeriksaan kimia klinik.

Dalam proses pembekuan darah, fibrinogen diubah menjadi fibrin. Sehingga serum tidak mengandung fibrinogen lagi tetapi zat-zat lainnya masih ada

didalamnya. Zat-zat terlarut yang ada di dalam serum diantaranya yaitu protein (albumin, globulin), unsur anorganik (natrium, kalium, kalsium, magnesium, zat-zat besi, iodin), dan unsur organik (urea, asam urat, kreatinin, glukosa, lemak, asam amino, enzim, dan hormon). Serum mempunyai susunan yang sama seperti plasma. Namun pada serum sudah tidak lagi mengandung fibrinogen dan faktor-faktor pembekuan II, V, VIII, XIII (Suyono, 2009).

## **G. Spesimen**

### **1. Persiapan pasien**

Persiapan pasien secara umum :

- a. Pemeriksaan tertentu pasien harus puasa terlebih dahulu selama 8-12 jam sebelum darah diambil.
- b. Spesimen diambil lebih baik jika dilakukan pada pagi hari antara pukul 07.00-09.00.
- c. Hindari obat-obatan sebelum spesimen diambil.

Pengambilan spesimen darah tidak minum obat 24 jam sebelum pengambilan dilakukan. Diinformasikan kepada petugas laboratorium jika pengobatan tidak mungkin dihentikan, contohnya : sebelum pemeriksaan gula 2 jam pp pasien minum obat antidiabetes.

- d. Menghindari aktifitas fisik/olahraga sebelum spesimen diambil.
- e. Memperhatikan posisi tubuh.



## 2. Pengambilan spesimen

### a. Alat

Peralatan yang digunakan harus memenuhi syarat diantaranya yaitu :

- a) Bersih.
- b) Kering.
- c) Tidak mengandung bahan kimia atau deterjen.
- d) Terbuat dari bahan yang tidak mengubah zat yang ada pada spesimen.
- e) Mudah dicuci dari bekas spesimen sebelumnya.

### b. Wadah

Wadah yang digunakan harus memenuhi syarat diantaranya yaitu :

- a) Terbuat dari bahan gelas atau plastik.
- b) Tidak bocor atau tidak merembes.
- c) Dapat ditutup rapat dengan tutup berulir.
- d) Besar wadah disesuaikan dengan volume spesimen.
- e) Pemeriksaan zat dalam spesimen yang mudah rusak atau terurai karena pengaruh sinar matahari, maka perlu digunakan botol berwarna coklat (inaktinis).

### c. Waktu

Pengambilan spesimen lebih baik dilakukan pada pagi hari.

### d. Lokasi

Pengambilan spesimen ditetapkan terlebih dahulu tempat yang sesuai dengan jenis pemeriksaan.

e. Teknik

Pengambilan harus dilakukan dengan cara yang benar agar spesimen mewakili keadaan yang sebenarnya. Hal yang penting yang perlu diperhatikan dalam pengambilan spesimen yaitu pemberian identitas.

3. Penyimpanan spesimen

Spesimen yang tidak langsung diperiksa harus diperhatikan cara penyimpanan diantaranya yaitu :

- a. Disimpan pada suhu kamar.
- b. Disimpan dalam semari es dengan suhu 2-8<sup>0</sup> C
- c. Dibekukan pada suhu -20<sup>0</sup>C, -70<sup>0</sup>C atau -120<sup>0</sup>C (jangan sampai terjadi beku ulang)
- d. Penyimpanan spesimen darah sebaiknya dalam bentuk serum.

4. Pengiriman spesimen

Syarat pengiriman spesimen antara lain yaitu :

- a. Waktu pengiriman jangan melampaui masa stabilitas spesimen.
- b. Tidak terkena sinar matahari langsung.
- c. Kemasan harus memenuhi syarat keamanan kerja laboratorium termasuk pemberian label yang tertulis “bahan pemeriksaan infksius”.
- d. Suhu pengiriman harus memenuhi syarat (MENKES 2010).

**H. Metode Pemeriksaan**

Pemeriksaan kadar glukosa dapat dilakukan dengan bermacam-macam metode diantaranya yaitu :

a. Metode folin

Prinsip dari metode ini adalah filtrat darah bebas protein dipanaskan dengan  $\text{CuSO}_4$  alkali. Endapan  $\text{CuSO}_4$  yang dibentuk gula larut dengan penambahan fosfat molibdat. Larutan yang terbentuk dibandingkan secara kalorimetri dengan larutan satandar gula.

b. Metode *samogyi-nelson*

Prinsip dari metode ini adalah filtrat mereduksi Cu dalam larutan alkali panas. Cu direduksi kembali oleh arseno molibdat terbentuk kompleks warna ungu.

c. Metode *ortho-toluidin*

Prinsip dari metode ini adalah *hydrogen* dicampur dengan *ortho-toluidin* dalam larutan asam kuat panas menghasilkan warna hijau yang ditentukan kadarnya secara fotometrik.

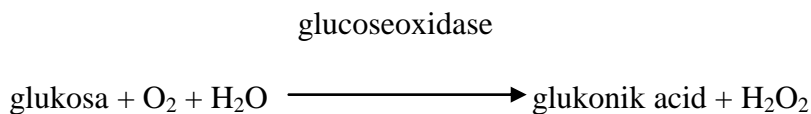
d. Metode glukosa peroksidase

Prinsip dari metode ini adalah *hydrogen* peroksidase bereaksi dengan oksigen aseptor *orthodianiside*, *phenyl aminophenazone* atau chromogenik oksigen aseptor dalam reaksi peroksidase akan membentuk warna.

e. Metode glukosa – oksidase

Prinsip dari metode ini adalah gula ditemukan setelah reaksi enzimatis dengan gula *oksidase hidrogen peroksidase* yang terbentuk bereaksi dengan *peroksida 4 aminohenazone* dan *phenol* menjadi zat warna quinonelmin berwarna merah violet.

Reaksi :



deroxidase



Metode yang digunakan adalah glukosa oksidase karena kondisi ini mempunyai liniaritas yang tinggi (> 700 mg/dl) serta dipengaruhi oleh adanya fruktosa dan galaktosa dalam darah (Widyastuti, 2011).

#### **I. Komposisi serum beku dan langsung di sentrifuge yang berkaitan dengan glukosa**

Serum adalah lapisan jernih yang berwarna kuning muda dibagian atas. Memiliki komposisi berupa 91-92 % mengandung air dan 7-9 % merupakan protein. Protein terdiri dari albumin, globulin, fibrinogen, dan protombin. Unsur anorganik terdiri dari natrium, kalium, kalsium, magnesium, zat-zat besi, dan iodin. Sedangkan unsur organik terdiri dari urea, asam urat, kreatinin, glukosa, lemak, asam amino, enzim, dan hormon. Pembuatan serum, sel-sel darah menggumpal dalam anyaman dan kontraktif dari jaringan serat fibrin. Adanya eritrosit dan lekosit didalam darah, maka serum harus segera dipisahkan karena darah yang sudah berada diluar tubuh tetap merombak glukosa untuk memetabolisme. Darah yang berisi banyak lekosit secara artefisial menurunkan kadar glukosa (Suyono, 2009).

Perlakuan sampel :

- a. Serum darah yang dikekukan terlebih dahulu

Sampel yang diperoleh dibekukan terlebih dahulu selama 30 menit kemudian disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Serum lalu diperiksa kadar glukosanya.

- b. Serum darah langsung disentrifuge

Sampel yang diperoleh langsung disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit tanpa adanya pembekuan. Serum lalu diperiksa kadar glukosanya (Nugroho, 2015).

#### **J. Menanggulangi kesalahan dalam pemeriksaan kimia klinik**

Langkah-langkah yang harus diperhatikan diantaranya adalah :

1. Pra analitik
  - a. Identitas pasien harus jelas dan lengkap
  - b. Posisi pengambilan sampel

Pengambilan sampel yang baik yaitu duduk kecuali pada kasus penyakit berat.

- c. Penanganan sampel

Sampel darah yang didapat dibiarkan membeku terlebih dahulu guna menghindari terjadinya hemolisis dan menghilangkan benang-benang fibrin. Darah lalu disentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selma 10 menit.

## 2. Analitik

### a. Reagen

Penggunaan reagen yang perlu diperhatikan :

- 1) Kemasan dan tanggal kadaluarsa.
- 2) Suhu penyimpanan.

### b. Alat

Penggunaan alat yang perlu diperhatikan :

- 1) Kalibrasi alat (alat berfungsi dengan baik).
- 2) Ketepatan, keutuhan dan kebersihan alat merupakan syarat yang harus dipenuhi.

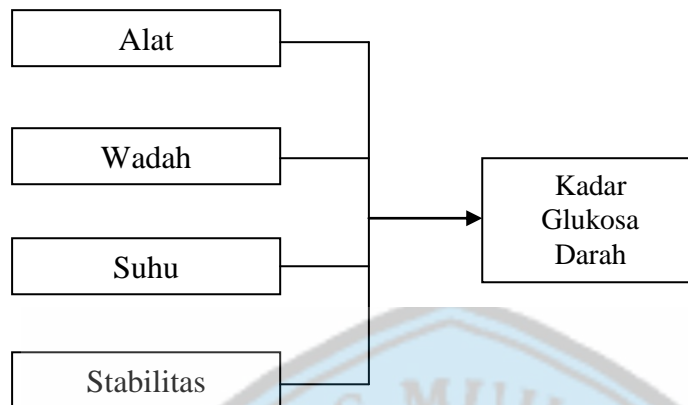
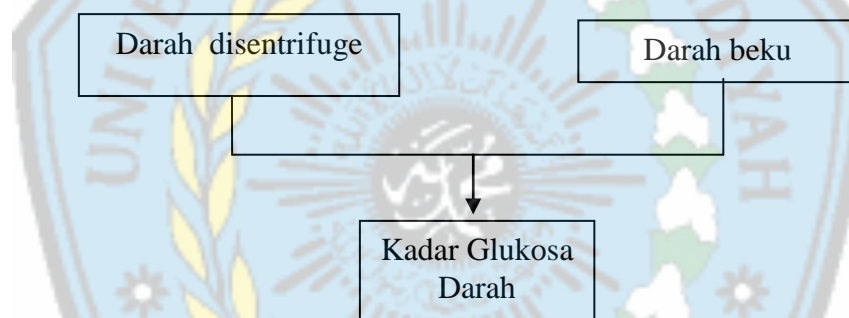
### c. Metode pemeriksaan

Yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode pemeriksaan :

- 1) Reagen mudah diperoleh.
- 2) Alat dapat digunakan untuk pemeriksaan.
- 3) Metode pemeriksaan mudah dan sederhana.

## 3. Post analitik

Pencatatan hasil dan pelaporan hasil yang dilakukan secara teliti dan benar (Nugroho, 2015).

**K. Kerangka teori****L. Kerangka konsep****M. Hipotesis**

Ada perbedaan kadar glukosa darah antara darah yang dibekukan dengan darah yang disentrifuge.