

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Pengertian darah

Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri (Desmawati, 2013).

Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup yang berada dalam ruang vaskuler, karena perannya sebagai media komunikasi antar sel ke berbagai bagian tubuh dengan dunia luar karena fungsinya membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan, membawa zat nutrisi dari saluran cerna ke jaringan kemudian menghantarkan hormon dan materi-materi pembekuan darah (Desmawati, 2013).

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh dimana fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga mensuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Mallo, Sompie and Narasiang, 2014).

2. Karakteristik darah

Karakteristik umum darah meliputi warna, viskositas, pH, volume, dan komposisinya (Desmawati, 2013).

a. Warna

Darah arteri berwarna merah muda karena banyak oksigen yang berkaitan dengan hemoglobin dalam sel darah merah. Darah vena berwarna merah tua/gelap karena kurang oksigen dibandingkan dengan darah arteri.

b. Viskositas

Viskositas darah $\frac{3}{4}$ lebih tinggi dari pada viskositas air yaitu sekitar 1.048 sampai 1.066.

c. pH

pH darah bersifat alkaline dengan pH 7.35 sampai 7.45 (netral 7.00).

d. Volume

Pada orang dewasa volume darah sekitar 70 sampai 75 ml/kg BB, atau sekitar 4 sampai 5 liter darah.

e. Komposisi

Darah tersusun atas dua komponen utama yaitu :

- 1) Plasma darah yaitu bagian cair darah (55%) yang sebagian terdiri dari 92% air, 7% protein, 1% nutrien, hasil metabolisme, gas pernapasan, enzim, hormon-hormon, faktor pembekuan dan garam-garam organik. Protein-protein dalam plasma terdiri dari serum albumin (alpha-1 globulin, alpha-2 globulin, beta globulin dan gamma globulin), fibrinogen, protombin, dan protein esensial untuk koagulasi. Serum albumin dan gamma globulin sangat penting untuk mempertahankan tekanan osmotik koloid dan gamma globulin juga mengandung antibodi (immunoglobulin) seperti IgM, IgG, IgA, IgD, dan IgE untuk mempertahankan tubuh terhadap mikroorganisme.

2) Sel-sel darah/butir darah (bagian padat) kira-kira 45%, terdiri atas eritrosit atau sel darah merah (SDM) atau *red blood cell (RBC)*, leukosit atau sel darah putih (SDP) atau *white blood cell (WBC)*, dan trombosit atau *platelet*. Sel darah merah merupakan unsur terbanyak dari sel darah (44%) sedangkan sel darah putih dan trombosit 1%. Sel darah putih terdiri dari Basofil, Eusinofil, Neutrofil, Limfosit dan Monosit.

3. Struktur sel darah

a. Sel darah merah (Eritrosit)

Sel darah merah berbentuk cakram bikonkaf dengan diameter sekitar 7,6 mikron, tebal bagian tepi 2 mikron dan bagian tengahnya 1 mikron atau kurang, tersusun atas membran yang sangat tipis sehingga sangat mudah terjadi difusi oksigen, karbondioksida dan sitoplasma, tetapi tidak mempunyai inti sel. Produksi eritrosit (eritropoiesis) dimulai dari munculnya eritroblas dari sel sistem primitif dalam sumsum tulang. Eritroblas adalah sel berinti dalam proses pematangan di sumsum tulang menimbun hemoglobin dan secara bertahap kehilangan intinya yang disebut retikulosit, kemudian selanjutnya mengalami penyusutan ukuran dan menghilangnya material berwarna gelap (Desmawati, 2013).

Diferensiasi sel sistem multipotensial primitive sumsum tulang menjadi eritroblas di stimulasi oleh eritropoetin yang diproduksi oleh ginjal dalam keadaan hipoksia lama seperti pada orang yang tinggal di daerah ketinggian dan setelah dalam keadaan berat terjadi peningkatan kadar eritropoetin dan stimulasi produksi sel darah merah (Desmawati, 2013).

Sel darah merah yang matang mengandung 200-300 juta hemoglobin (terdiri dari *hem* yang merupakan gabungan protopofirin dengan besi dan *globin* yang

merupakan bagian dari protein yang tersusun oleh dua rantai beta) dan enzim-enzim seperti G6PD (glukose-6-phosphate-dehydrogenase). Hemoglobin mengandung kira-kira 95% besi dan berfungsi membawa oksigen dengan cara mengikat oksigen (oksihemoglobin) dan diedarkan ke seluruh tubuh untuk kebutuhan metabolisme. Darah keseluruhan normalnya mengandung 15 g hemoglobin per 100 ml darah, atau 30 μ m hemoglobin per seribu eritrosit (Desmawati, 2013).

Hemoglobin adalah protein dan pigmen merah yang terdapat dalam sel darah merah. Normalnya dalam darah pada laki-laki 15.5 g/dl dan pada wanita 14.0 g/dl. Rata-rata konsentrasi hemoglobin (*MCHC = Mean Cell Concentration of Hemoglobin*) pada sel darah merah adalah 32 g/dl. Sintesis hemoglobin terjadi selama proses eritropoiesis, pematangan sel darah merah akan mempengaruhi fungsi hemoglobin. Terdapat tiga jenis hemoglobin yaitu (Desmawati, 2013):

- 1) HbA yang merupakan kebanyakan dari hemoglobin orang dewasa yang mempunyai rantai globin 2α dan 2β .
- 2) HbA₂ yang merupakan minoritas hemoglobin pada orang dewasa yang mempunyai rantai globin 2α dan 2δ .
- 3) HbF merupakan hemoglobin fetal, mempunyai rantai globin 2α dan 2γ . Saat bayi baru lahir 2/3 nya jenis hemoglobinnya adalah HbF dan 1/3 nya adalah HbA. Menjelang usia 5 tahun menjadi HbA >95%, HbA₂ <3.5% dan HbF <1.5%.

Apabila tidak ada hemoglobin, kapasitas pembawa oksigen darah dapat berkurang sampai 99% dan tentunya tidak mencukupi kebutuhan metabolisme tubuh dalam darah vena, hemoglobin bergabung dengan ion hidrogen yang dihasilkan oleh metabolisme sel sehingga dapat menyangga kelebihan asam (Desmawati, 2013).

b. Sel darah putih (Leukosit)

Sel darah putih (leukosit) jauh lebih besar daripada sel darah merah. Pada orang dewasa setiap 1 mm³ darah terdapat 6.000-9.000 sel darah putih, tidak seperti sel darah merah, sel darah putih memiliki inti (nukleus). Sebagian besar sel darah putih bisa bergerak seperti amoeba dan dapat menembus dinding kapiler. Sel darah putih diproduksi di dalam sumsum merah, kelenjar limfa, dan limpa (kura). Sel darah putih memiliki ciri-ciri antara lain tidak berwarna (bening), bentuk tidak tetap (ameboid), berinti dan ukurannya lebih besar dari pada sel darah merah (eritrosit) (Desmawati, 2013).

Leukosit terdiri dari dua kategori yaitu (Desmawati, 2013):

- 1) Granulosit, yaitu sel darah putih yang didalam sitoplasmanya terdapat granula. Granulosit dibagi lagi menjadi tiga sub grup berdasarkan perbedaan kemampuannya mengikat warna seperti yang terlihat dalam pemeriksaan mikroskopis.
 - a) **Eusinofil**, merupakan sel darah putih yang memiliki granula berwarna merah terang dalam sitoplasmanya. Banyak sitoplasmanya kira-kira 24%. Eusinofil berfungsi sebagai tempat penyimpanan berbagai material biologis kuat seperti histamin, serotonin, dan heparin. Pelepasan senyawa tersebut mempengaruhi suplai darah ke jaringan, seperti yang terjadi selama peradangan, dan membantu mobilisasi mekanisme pertahanan tubuh. Peningkatan jumlah eusinofil pada keadaan alergi menunjukkan bahwa sel ini terlibat dalam reaksi hipersensitivitas.
 - b) **Basofil**, merupakan sel darah putih yang memiliki granula berwarna biru. Sel ini memiliki ukuran yang lebih kecil dari eusinofil tetapi mempunyai inti yang

bentuknya teratur, di dalam protoplasmanya terdapat granula-granula besar. Banyaknya setengah bagian dari sumsum merah. Basofil memiliki fungsi yang sama dengan eosinofil.

c) **Netrofil**, merupakan sel darah putih yang memiliki granula berwarna ungu pucat dan kadang disebut polimorfonuklear leukosit karena memiliki banyak lobus (2-4) yang dihubungkan oleh filamen tipis material inti, protoplasmanya banyak bintik-bintik halus/granula yang banyaknya 50%-60%.

2) Agranulosit (Leukosit Mononuklear), yaitu sel darah putih yang hanya memiliki inti satu lobus dan sitoplasmanya bebas dari granula terdiri dari:

a) **Limfosit**, merupakan jenis sel darah putih (leukosit) yang dihasilkan dari jaringan RES dan kelenjar limfe, bentuknya ada yang besar dan kecil, di dalam sitoplasmanya tidak terdapat granula dan intinya besar, banyaknya kira-kira 15%-20% dan fungsinya membunuh dan memakan bakteri yang masuk ke dalam jaringan tubuh.

b) **Monosit**, merupakan jenis sel darah putih (leukosit) yang banyak dibuat di sumsum merah, lebih besar dari limfosit, fungsinya sebagai fagosit dan banyaknya sekitar 34%. Di bawah mikroskop terlihat bahwa protoplasmanya lebar, warna biru abu-abu mempunyai bintik sedikit kemerahan. Inti selnya bulat dan panjang, warnanya lembayung muda.

4. Fungsi darah

Menurut Gaol (2015), fungsi darah adalah sebagai berikut:

a. Membawa nutrien yang telah disiapkan oleh saluran pencernaan menuju ke jaringan tubuh.

- b. Mengantarkan oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh.
- c. Mengangkut produk buang dari berbagai jaringan menuju ginjal untuk di ekskresikan.
- d. Mengangkut hasil sekresi kelenjar endokrin (hormon) dan enzim dari organ ke organ.
- e. Ikut berperan dalam mempertahankan keseimbangan air, sistem buffer seperti bicarbonat di dalam darah, membantu mempertahankan pH yang konstan pada jaringan dan cairan tubuh.
- f. Berperan penting dalam pengendalian suhu tubuh dengan cara mengangkut panas dari struktur yang lebih dalam menuju ke permukaan tubuh.
- g. Mengatur konsentrasi ion hydrogen dalam tubuh (keseimbangan asam dan basa).
- h. Membantu pertahanan tubuh terhadap penyakit.
- i. Pembekuan darah pada luka, mencegah terjadinya kehilangan darah yang berlebihan pada waktu luka, serta mengandung faktor-faktor penting untuk pertahanan tubuh terhadap penyakit.

5. Komponen darah

a. Plasma

Menurut Desmawati (2013), bahwa plasma terdiri dari 99% air dan memiliki tugas sebagai medium untuk mengangkut berbagai bahan dalam tubuh, menyerap dan mendistribusikan banyak panas yang dihasilkan oleh metabolisme di dalam jaringan, dan merupakan tempat larutnya sejumlah besar zat organik dan an organik.

Konstituen organik yang paling banyak ada pada plasma adalah protein, yang membentuk 6%-8% dari berat total plasma. Protein plasma itu sendiri adalah

sekelompok konstituen plasma yang tidak sekedar diangkat dalam keadaan normal. Protein plasma untuk melakukan fungsinya protein berada dalam bentuk disperse koloid. Ada beberapa fungsi dari protein plasma, antara lain (Desmawati, 2013) :

- 1) Menghambat pengeluaran berlebihan plasma dari kapiler ke dalam cairan intertisiu dan dengan demikian membantu mempertahankan volume plasma.
- 2) Menyangga perubahan pH darah.
- 3) Menentukan viskositas darah.
- 4) Menghasilkan energi bagi sel.

Protein Plasma dikelompokkan menjadi 3, antara lain (Desmawati, 2013) :

(1) Albumin

Albumin merupakan protein plasma yang paling banyak mengikat banyak zat seperti garam empedu, yang berguna untuk transportasi melalui plasma yang sangat berperan dalam menentukan tekanan osmotik. Albumin darah dihasilkan oleh hati, albumin plasma merupakan molekul protein besar yang berada dalam pembuluh darah. Albumin plasma berfungsi untuk memelihara volume cairan dalam sistem vaskular yang mengikat berbagai zat dalam plasma bila kadar albumin darah rendah, maka cairan akan keluar dari pembuluh darah dan akan pergi ke rongga perut, dan cairan akan berkumpul di rongga perut (asites), kadar normalnya 4-5.2 g/dl.

(2) Globulin α , β , γ

Globulin α (alpha) dan β (beta) spesifik mengikat dan mengangkut sejumlah zat dalam plasma sebagai faktor pembekuan darah, sedangkan globulin γ (gamma) berperan sebagai anti bodi.

(3) Fibrinogen (faktor pembekuan)

b. Prokoagulan (Faktor pembeku darah)

Proses pembekuan darah dapat terjadi karena interaksi enzimatik antara prokoagulan, fosfolipid, dan ion Ca^{2+} prokoagulan berada dalam sirkulasi darah dengan bentuk isi aktif dan aktifasinya. Biasanya diawali oleh luka pada pembuluh darah. Ada 15 prokoagulan dimana yang 13 diantaranya telah diberi symbol angka romawi:

- 1) I sd XIII → artinya prokoagulan dalam bentuk isi aktif
- 2) Ia sd XIIa → artinya dalam bentuk aktif.

B. Definisi Glukosa

Dalam ilmu kedokteran, gula darah adalah istilah yang mengacu pada tingkat glukosa dalam darah. Konsentrasi gula darah atau tingkat glukosa serum diatur dengan ketat dalam tubuh. Glukosa yang dialirkan melalui darah adalah sumber utama energi untuk sel-sel tubuh. Kadar glukosa darah puasa tidak boleh lebih tinggi dari 110 mg/dl dan jangan lebih rendah dari 60 mg/dl. Untuk mengatur hal ini tubuh mempunyai mekanisme pengaturannya. Apabila mekanisme pengaturan kadar gula dalam darah tidak berjalan dengan baik atau terjadi kerusakan pada organ-organ tubuh maka akan mengakibatkan gangguan pada proses metabolisme glukosa, oleh karena itu perlu adanya pemeriksaan kadar glukosa dalam darah sehingga dapat diketahui kadar glukosa melebihi batas normal atau tidak (Sacher and McPherson, 2012).

Glukosa adalah karbohidrat terpenting dimana kebanyakan karbohidrat terdapat pada makanan yang diserap kedalam aliran darah sebagai glukosa, dan gula lain diubah menjadi glukosa di hati. Glukosa adalah prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain

di tubuh, termasuk glikogen untuk penyimpanan, ribosa, dan deoksiribosa dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, dan sebagai kombinasi dengan protein dalam glikoprotein dan proteoglikan (Murray, R.K., Grannes, D.K., Rodwell, 2013).

Energi untuk sebagian besar fungsi sel dan jaringan berasal dari glukosa. Pembentukan energi alternatif juga dapat berasal dari metabolisme asam lemak. Tetapi jalur ini kurang efisien dibandingkan dengan pembakaran langsung glukosa. Proses ini juga menghasilkan metabolit asam yang berbahaya apabila dibiarkan oleh beberapa mekanisme homeostatik yang dalam keadaan sehat dapat mempertahankan kadar glukosa dalam rentang 70 mg/dl-110 mg/dl dalam keadaan puasa. Metabolisme glukosa menghasilkan asam piruvat, asam laktat, dan asetil-coenzim A. Jika glukosa dioksidasi total maka akan menghasilkan karbondioksida, air, dan energi yang akan disimpan didalam hati atau otot dalam bentuk glikogen. Hati dapat mengubah glukosa yang tidak terpakai melalui jalur-jalur metabolik lain menjadi asam lemak yang disimpan sebagai trigliserida atau menjadi asam amino untuk membentuk protein (Sacher and McPherson, 2012).

Glukosa terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Insulin dan glukagon, dua hormon yang berasal dari pankreas, dapat mempengaruhi kadar glukosa darah. Tanpa insulin, glukosa tidak dapat memasuki sel. Penurunan kadar glukosa darah (hipoglikemia) terjadi akibat asupan makanan yang tidak adekuat atau darah terlalu banyak mengandung insulin. Jika terjadi peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia), berarti insulin yang beredar tidak mencukupi, kondisi ini disebut sebagai Diabetes Melitus (Kee, 2014).

C. Diabetes Melitus

1. Pengertian diabetes melitus

Diabetes melitus adalah suatu kelainan konstitusional pada metabolisme karbohidrat yang ditandai dengan kadar glukosa darah yang tinggi, glikosuria, dan setelah sakit beberapa tahun, berbagai penyakit klinis (penyakit vaskular aterosklerotik, penyakit ginjal, neuropati, dan retinopati). Diabetes melitus disebabkan oleh defek pada sekresi insulin, pada kerja insulin, atau kombinasi keduanya (Sacher and McPherson, 2012).

Pemeriksaan yang digunakan untuk diagnosis diabetes termasuk pemeriksaan glukosa plasma puasa (FPG, *fasting plasma glucose*) dan pemeriksaan toleransi glukosa oral (OGTT, *Oral glucose tolerance test*). American Diabetes Association merekomendasikan pemeriksaan FPG karena lebih cepat dan mudah dilakukan, serta biaya yang lebih murah daripada OGTT. Kadar FPG antara 100 mg/dl-125 mg/dl mengindikasikan pradiabetes, dan kadar FPG 126 mg/dl atau lebih dianggap diabetes. Untuk OGTT, gula darah individu diukur setelah puasa dan dua jam setelah minum minuman manis. OGTT dua jam antara 140 mg/dl-199 mg/dl mengindikasikan pradiabetes, dan kadar OGTT 200 mg/dl atau lebih mengindikasikan diabetes. Adanya rentang nilai pradiabetes memungkinkan untuk intervensi dini pada pasien yang berisiko mengidap diabetes pasti. Intervensi dini sangat penting karena, pada saat didiagnosis diabetes tipe 2, 20% pasien sudah mengalami kerusakan retina, 8% mengalami disfungsi ginjal, dan 9% mengalami gejala neurologik (Corwin, 2009).

2. Tipe-tipe diabetes melitus

Dokumen konsensus tahun 1997 oleh American Diabetes Association's Expert Commite on the Diagnosis and Classification of Diabetes melitus menjabarkan empat kategori utama diabetes, yaitu : tipe 1, dengan karakteristik ketiadaan insulin absolut; tipe 2, ditandai dengan resistensi insulin disertai defek sekresi insulin; tipe 3, tipe spesifik lainnya; dan tipe 4. Tipe spesifik diabetes lainnya (tipe 3) termasuk yang disebabkan oleh trauma pankreatik, neoplasma atau penyakit dengan karakteristik gangguan endokrin (Corwin, 2009).

a. Diabetes melitus tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 adalah penyakit hiperglikemia akibat ketiadaan absolut insulin. Sebelumnya, tipe diabetes ini disebut sebagai diabetes melitus dependen insulin atau IDDM (*insulin dependent diabetes melitus*), karena individu pengidap penyakit ini harus mendapat insulin pengganti. Diabetes tipe 1 biasanya dijumpai pada individu yang tidak gemuk berusia kurang dari 30 tahun, dengan perbandingan laki-laki sedikit lebih banyak daripada wanita. Karena insidens diabetes tipe 1 memuncak pada usia remaja dini, pada zaman dahulu tipe ini disebut sebagai diabetes juvenil (Corwin, 2009).

b. Diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 adalah penyakit hiperglikemia yang disebabkan insensitivitas seluler terhadap insulin. Selain itu, terjadi defek sekresi insulin karena ketidakmampuan pankreas untuk menghasilkan insulin yang cukup untuk mempertahankan glukosa plasma yang normal. Meskipun kadar insulin mungkin sedikit menurun atau berada dalam rentang normal, jumlah insulin tetap rendah

sehingga kadar glukosa plasma meningkat. Karena insulin tetap dihilangkan oleh sel-sel beta pankreas, diabetes melitus tipe 2 yang sebelumnya disebut diabetes melitus tidak tergantung insulin atau NIDDM (*non-insulin dependent diabetes melitus*), sebenarnya kurang tepat karena banyak individu yang mengidap diabetes tipe 2 dapat ditangani dengan insulin. Pada diabetes melitus tipe 2, lebih banyak wanita yang mengidap penyakit ini dibandingkan pria (Corwin, 2009).

c. Diabetes gestasional

Diabetes gestasional adalah diabetes yang terjadi pada wanita hamil yang sebelumnya tidak mengidap diabetes. Meskipun diabetes tipe ini sering membaik setelah persalinan, sekitar 50% wanita pengidap kelainan ini tidak akan kembali ke status nondiabetes setelah kehamilan berakhir. Penyebab diabetes gestasional dianggap berkaitan dengan peningkatan kebutuhan energi dan kadar estrogen serta hormon pertumbuhan yang terus-menerus tinggi selama kehamilan (Corwin, 2009).

3. Faktor risiko diabetes melitus

Menurut Khoirul (2013) terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah antara lain adalah

a. Olahraga

Olahraga secara teratur dapat mengurangi resisten insulin sehingga insulin dapat dipergunakan lebih baik oleh sel-sel tubuh. Olahraga juga dapat digunakan sebagai usaha untuk membakar lemak dalam tubuh sehingga dapat mengurangi berat badan bagi orang obesitas.

b. Asupan Makanan

Asupan makanan terutama melalui makanan berenergi tinggi atau kaya karbohidrat dan serat yang rendah dapat mengganggu stimulasi sel-sel beta pankreas dalam memproduksi insulin. Asupan lemak di dalam tubuh juga perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap kepekaan insulin.

c. Stress

Interaksi antara pituitari, adrenal gland, pankreas dan liver sering terganggu akibat stress dan penggunaan obat-obatan. Kurang tidur bisa memicu produksi hormon kortisol, menurunkan tolerans glukosa, dan mengurangi hormon tiroid. Semua itu menyebabkan resistensi insulin dan memperburuk metabolisme.

d. Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kadar glukosa darah, dimana semakin bertambah usia perubahan fisik dan penurunan fungsi tubuh akan mempengaruhi konsumsi dan penyerapan zat gizi (Khoirul, 2013), sedangkan faktor ke 5 adalah hormon menurut Sacher dan McPerson (2012)

e. Hormon

Hormon-hormon yang dapat memengaruhi kadar glukosa darah diantaranya, hormon pertumbuhan, hormon insulin, hormon somatostatin, hormon glukagon, hormon epinefrin, hormon kortisol, hormon ACTH, dan hormon tiroksin (Sacher dan McPerson, 2012).

D. Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah

Dahulu pengukuran glukosa darah dilakukan terhadap darah lengkap, tetapi sekarang sebagian besar laboratorium melakukan pengukuran kadar glukosa dalam serum. Karena eritrosit memiliki kadar protein (yaitu hemoglobin) yang lebih tinggi daripada serum dimana serum memiliki kadar melarutkan glukosa lebih banyak. Pengukuran glukosa darah sering dilakukan untuk memantau keberhasilan mekanisme-mekanisme regulatorik ini. Penyimpangan yang berlebihan dari normal, baik terlalu tinggi atau terlalu rendah mengisyaratkan gangguan homeostasis dan dari hal tersebut mendorong kita melakukan pemeriksaan untuk mencari etiologinya (Sacher and McPherson, 2012).

Ada beberapa pemeriksaan yang dapat digunakan untuk mengukur kadar glukosa darah adalah sebagai berikut:

1. Glukosa darah sewaktu (GDS)

Merupakan uji kadar glukosa yang dapat dilakukan sewaktu-waktu, tanpa harus puasa karbohidrat terlebih dahulu atau mempertimbangkan asupan makanan terakhir. Tes glukosa darah sewaktu biasanya digunakan sebagai tes skrining untuk penyakit Diabetes Melitus. Kadar glukosa sewaktu normal adalah kurang dari 110 mg/dL (Wulandari, 2016).

2. Glukosa darah puasa (GDP)

Merupakan uji kadar glukosa darah pada pasien yang melakukan puasa selama 10-12 jam. Kadar glukosa ini dapat menunjukkan keadaan keseimbangan glukosa secara keseluruhan atau homeostatis glukosa dan pengukuran rutin sebaiknya dilakukan pada

spesimen glukosa puasa. Kadar glukosa puasa normal adalah antara 70-110 mg/dL (Wulandari, 2016).

3. Glukosa darah dua jam post prandial (G2JPP)

Merupakan uji gula darah 2 jam pascaprandial yang biasanya dilakukan untuk mengukur respon pasien terhadap asupan tinggi karbohidrat 2 jam setelah makan (sarapan pagi atau makan siang). Uji ini dilakukan untuk pemindaian terhadap diabetes, normalnya dianjurkan jika kadar gula darah puasa normal tinggi atau sedikit meningkat. Glukosa serum >140 mg/dL atau kadar glukosa darah >120 mg/dL merupakan kadar yang abnormal, bila demikian maka diperlukan uji yang lebih lanjut (Kee, 2014).

4. Test toleransi glukosa oral (TTGO)

Uji toleransi glukosa dilakukan untuk mendiagnosis diabetes melitus pada seseorang yang memiliki kadar gula darah dalam batas normal-tinggi atau sedikit meningkat. Uji ini tidak boleh dilakukan jika kadar gula darah puasa >200 mg/dL. Setelah usia 60 tahun, kadar gula darah biasanya berkisar 10 sampai 30 mg/dL. Lebih tinggi daripada rentang normal. Kadar glukosa puncak untuk tes toleransi glukosa oral yakni $\frac{1}{2}$ sampai 1 jam setelah konsumsi 100 gr glukosa, dan kadar glukosa darah harus kembali ke rentang normal dalam waktu 3 jam (Kee, 2014).

5. Tes HbA1c (Hemoglobin A1c)

Kadar HbA1c merupakan kontrol glukosa jangka panjang, menggambarkan kondisi 8-12 minggu sebelumnya, karena paruh waktu eritrosit adalah 120 hari yang akan mencerminkan keadaan glikemik selama 2-3 bulan maka pemeriksaan HbA1c dianjurkan dilakukan setiap 3 bulan. Peningkatan kadar HbA1c >8% mengindikasikan DM yang tidak terkontrol dan beresiko tinggi untuk menjadikan komplikasi jangka

panjang seperti nefropati, retinopati, atau kardiopati. Penurunan 1% dari HbA1c akan menurunkan komplikasi sebesar 35%. HbA1 terdiri atas tiga molekul, HbA1a, HbA1b dan HbA1c sebesar 70 %, HbA1c dalam bentuk 70% terglukosilasi (mengabsorpsi glukosa) (Kee, 2014).

E. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Dalam bidang kedokteran, pemeriksaan gula darah dilakukan dengan metode enzimatik. Berikut ini tiga teknik pemeriksaan gula darah:

1. Metode hagedorn jensen

Metode ini merupakan metode kimia non-enzimatik. Metode ini sangat baik digunakan untuk pendidikan (Panil, 2008). Pada metode ini terjadi pengendapan protein darah dengan Zn hidroksid pada suhu 100° C, glukosa dalam filtrat dioksidasi oleh larutan kalium ferisianida alkali pada pH 11,5 yang diberi berlebihan. Dalam reaksi ini terjadi kalium ferisianida, yang akan diikat oleh Zn sulfat. Kelebihan kalium ferisianida dititrasi secara iodimetrik. Dari banyaknya ferisianida yang digunakan untuk mengoksidasi glukosa, dapat diketahui banyaknya glukosa yang ada. Banyaknya ferisianida dapat diketahui dari banyaknya natrium tiosulfat pada titrasi iodimetrik ini (Firgiansyah, 2016).

2. Metode ortho tuloidin

Metode ini merupakan metode kimia yang menggunakan teknik kolorimetri dengan panjang gelombang 630 nm (Panil, 2008). Pada metode ini glukosa bereaksi dengan ortho tuloidin dalam acetic acid panas dan menghasilkan senyawa berwarna hijau yang dapat ditentukan secara fotometris (Firgiansyah, 2016).

3. Metode glukosa oksidasi PAP (GOD-PAP)

Metode ini merupakan metode yang paling akurat, tapi untuk pendidikan membutuhkan biaya yang lebih tinggi (Panil, 2008). Prinsip dari metode ini yaitu glukosa dioksidasi menjadi D-glukonat oleh glukosa oksidase (GOD) bersama dengan hidrogen peroksidase. Adanya peroksidase, campuran fenol, dan 4-aminoantipirin akan dioksidasi oleh hidrogen peroksidase menghasilkan warna merah quinoneimin yang sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam spesimen (Kurniawan, 2015). Pemeriksaan glukosa darah metode GOD-PAP memiliki banyak kelebihan yaitu: presisi tinggi, akurasi tinggi, spesifik, relatif bebas dari gangguan (kadar hematokrit, vitamin C, lipid, volume spesimen dan suhu) (Santoso, 2015), selain itu waktu yang diperlukan untuk pemeriksaan lebih singkat dan juga karena interferensi yang terjadi pada analisis titik akhir dapat diatasi dengan pengukuran laju reaksi oleh sebab itu maka pemeriksaan menggunakan metode ini banyak digunakan di setiap laboratorium (Sacher dan McPerson, 2012).

F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah

Menurut Kee (2014), ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan glukosa darah antara lain:

1. Pengaruh obat: obat kortison, tiazid dan “loop”- diuretik dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah.
2. Trauma atau stress, dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah.
3. Merokok, dapat meningkatkan kadar glukosa darah.

4. Aktifitas yang berat sebelum uji laboratorium, dapat menurunkan kadar glukosa darah.
5. Penundaan pemeriksaan akan menurunkan kadar glukosa darah dalam spesimen. Hal ini dikarenakan adanya aktifitas yang dilakukan sel darah.
6. Penyimpanan spesimen pada suhu kamar akan menyebabkan penurunan kadar glukosa darah kurang lebih 5% per jam.

G. Spesimen untuk Pemeriksaan Glukosa Darah

1. Plasma

Plasma adalah komponen darah dalam tabung yang telah berisi antikoagulan yang kemudian disentrifuge dalam waktu tertentu dengan kecepatan tertentu sehingga bagian plasma dan bagian lainnya terpisah. Plasma yang masih mengandung fibrinogen tidak mengandung faktor-faktor pembekuan II, V, VIII, tetapi mengandung serotinin tinggi. Plasma masih mengandung fibrinogen karena penambahan antikoagulan yang mencegah terjadinya pembekuan darah tersebut. Plasma hanya digunakan sebagai alternatif pengganti serum apabila serum yang diperoleh sangat sedikit pada kondisi darurat (Agus, 2006).

2. Serum

Serum adalah plasma darah tanpa fibrinogen. Serum merupakan fraksi cair dari seluruh darah yang dikumpulkan setelah darah diperbolehkan untuk membeku. Bekuan dihilangkan dengan sentrifugasi dan supernatan yang dihasilkan. Serum merupakan bagian cairan darah tanpa faktor pembekuan atau sel darah. Serum didapatkan dengan cara membiarkan darah di dalam tabung reaksi tanpa antikoagulan membeku dan

kemudian disentrifuge dengan kecepatan tinggi untuk mengendapkan semua sel-selnya. Cairan di atas yang berwarna kuning jernih disebut serum. Serum mempunyai susunan yang sama seperti plasma, kecuali fibrinogen dan faktor pembekuan faktor II, V, VIII, XIII yang sudah tidak ada (Agus, 2006).

Kandungan yang ada pada serum adalah antigen, antibodi, hormon, dan 6-8% protein yang membentuk darah. Serum ini terdiri dari tiga jenis berdasarkan komponen yang terkandung di dalamnya yaitu serum albumin, serum globulin, dan serum lipoprotein (Agus, 2006).

Perbandingan plasma dan serum yaitu plasma adalah bagian cair dari darah. Di luar sistem vaskuler, darah dapat tetap cair dengan mengeluarkan fibrinogen atau menambahkan antikoagulan, yang sebagian besar mencegah koagulasi dengan mengelasi atau menyingkirkan ion-ion kalsium, sitrat, oksalat, dan EDTA. Serum adalah cairan yang tersisa setelah darah menggumpal atau membeku serum normal tidak mengandung fibrinogen dan beberapa faktor koagulasi lainnya, sedangkan plasma yang baru diambil mengandung semua protein yang terdapat di dalam darah yang bersirkulasi (Sacher and McPherson, 2012).