

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kadar Glukosa

Menurut Murray, dkk (2009) glukosa adalah karbohidrat terpenting, kebanyakan karbohidrat terdapat dalam makanan yang kemudian diserap ke dalam aliran darah sebagai glukosa dan gula lain diubah menjadi glukosa di hati. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis karbohidrat lain di tubuh, termasuk glikogen untuk penyimpanan; ribosa dan deoksiribosa dalam asam nukleat; galaktosa dalam laktosa susu, dalam glikolipid, dan sebagai kombinasi dengan protein dalam glikoprotein dan proteoglikan.

Menurut Guyton dan Hall (2006) glukosa adalah satu-satunya nutrisi yang dalam keadaan normal dapat digunakan oleh otak, retina, dan epitel germinal dari gonad. Kadar glukosa harus dijaga dalam konsentrasi yang cukup untuk menyediakan nutrisi bagi organ-organ tubuh. Namun sebaliknya, konsentrasi glukosa darah yang terlalu tinggi dapat memberikan dampak negatif seperti *dieresis osmotik* dan dehidrasi pada sel. Oleh karena itu menjaga kadar glukosa darah agar tetap dalam konsentrasi yang konstan sangat diperlukan.

Glukosa darah merupakan gula sederhana dalam makanan biasanya dalam bentuk disakarida, atau terikat molekul lain. Konsentrasi glukosa dalam darah vena orang normal umumnya antara 75-115 mg/L (Kosasih, 2008). Kadar glukosa darah adalah istilah yang mengacu pada tingkat glukosa di dalam darah. Konsentrasi gula darah, atau tingkat glukosa serum, diatur dengan ketat di dalam tubuh. Umumnya gula darah bertahan pada batas 70-150 mg/dL sepanjang hari.

Tingkatan tersebut akan naik setelah makan dan biasanya berada pada level terendah pada pagi hari, sebelum makan (Henrikson *et al*, 2009).

Kadar glukosa darah dipengaruhi oleh faktor endogen dan eksogen. Faktor endogen biasa disebut juga *humoral factor* diantaranya hormon insulin, glukagon, kortisol, sistem reseptor pada otot dan sel hati. Faktor eksogen diantaranya jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi, pengaruh obat, trauma atau stres, merokok serta aktivitas fisik yang dilakukan dan penundaan pemeriksaan dapat menurunkan kadar glukosa darah karena adanya aktifitas sel (Subari, 2008).

Menurut Murray *et al* (2009) glukosa dimetabolisme menjadi piruvat melalui jalur glikolisis, yang dapat terjadi secara anaerob, dengan produk akhir yaitu laktat. Jaringan aerobik metabolisme piruvat menjadi asetil-KoA, yang dapat memasuki siklus asam sitrat untuk dioksidasi dengan sempurna menjadi CO₂ dan H₂O, berhubungan dengan pembentukan ATP dalam proses fosforilasi oksidatif. Glukosa yang berupa disakarida, dalam proses pencernaan pada mukosa usus halus akan diuraikan menjadi monosakarida oleh enzim disakaridase, enzim-enzim maltase, sukrose, laktase yang bersifat spesifik untuk satu jenis disakarida. Dalam bentuk monosakarida, gula akan diserap oleh usus halus (Sacher, 2004).

Glukosa dan metabolit juga memiliki peranan dalam proses lain, diantaranya yaitu konversi menjadi polimer glikogen dalam otot rangka dan hepar, jalur pentosa fosfat yang merupakan jalur alternatif dalam glikolisis untuk biosintesis molekul pereduksi dan sumber ribose bagi sintesis asam nukleat, triosa fosfat membentuk gugus gliserol dari triasilgliserol, serta piruvat dan zat-zat antara dalam siklus asam sitrat yang menyediakan kerangka karbon untuk sintesis

asam amino dan asil-KoA sebagai prekursor asam lemak dan kolesterol (Murray *et al.*, 2009).

Menurut Widman (1989), penetapan kadar glukosa darah ada 4 yaitu, glukosa darah sewaktu (GDS) yaitu pemeriksaan dengan sampel diambil langsung pada saat pemeriksaan, nilai normal GDS adalah 70-125 mg/dL. Glukosa darah puasa (GDP) merupakan pemeriksaan yang mewajibkan pasien untuk berpuasa terlebih dahulu dan bertujuan untuk memberikan diagnosis DM karena pada kenyataannya $\frac{3}{4}$ pasien yang berpuasa mempunyai kadar glukosa darah normal. Sehingga jika, kadar glukosa darah puasa pasien tetap tinggi, tes ini cukup menunjang diagnosa. Nilai normal GDP adalah 60-110 mg/dL. Gula darah dua jam post prandial (G2JPP) yaitu tes penyaring untuk mengetahui kemampuan seseorang terhadap beban glukosa yang terdapat dalam tubuh. Pemeriksaan dilakukan setelah dua jam makan yang sebelumnya puasa selama 8-10 jam. Nilai normal G2JPP adalah 100-140 mg/dL. Glukosa darah toleransi (TTGO) yaitu tes pemeriksaan yang bertujuan dalam penentuan diagnosa apabila masih terdapat keraguan. Dalam tes ini dilakukan pemeriksaan tergantung beban glukosa yang diberikan dan kemudian setelah pemberian glukosa maka pengambilan darah dilakukan setiap jam. Nilai normal TTGO adalah >140 mg/dL. Selain metode tersebut, beberapa metode yang dapat digunakan untuk penetapan kadar glukosa adalah metode Asatoor dan King, metode Follin-wu, metode Nelson Smogyi, Ferisianida spektrofotometrik, metode glukosa oksidase, metode titrimetri, metode Hagedon dan Jansen, dan metode o-toluidine.

DM adalah penyakit metabolik yang berlangsung kronik progresif, dengan gejala hiperglikemia yang disebabkan oleh gangguan sekresi insulin, gangguan kerja insulin, atau keduanya (Darmono, 2004). Faktor keturunan berperan dalam kejadian penyakit ini, didukung faktor pencetus antara lain kegemukan, kurang olah raga, makan terlalu banyak, sering stress dan konsumsi obat jangka panjang yang dapat menaikkan kadar glukosa darah, misalnya obat-obatan anti alergi yang mengandung hormon kortikosteroid (*American Diabetes Association*, 2011). Diabetes Melitus merupakan penyakit endokrin yang paling lazim. Frekuensi sebenarnya susah diperoleh karena perbedaan standar diagnosis, akan tetapi kemungkinan antara 1 sampai 2 persen apabila hiperglikemia puasa merupakan kriteria diagnosis. Penyakit ini ditandai oleh kelainan metabolik dan komplikasi jangka panjang yang melibatkan mata, ginjal, saraf dan darah. (Foster, 1992)

Menurut Waspadji (2005) gambaran klinis dari DM antara lain adalah tiga P yaitu poliurin (banyak kencing), polidipsi (banyak minum), dan polifagia (banyak makan) yang merupakan penanda pertama yang menunjukkan gejala akut. Fase ini akan menunjukkan berat badan penderita yang akan terus bertambah diakibatkan karena jumlah insulin yang masih mencukupi. Selain itu, gambaran klinis dari DM juga adalah kelainan kulit (gatal), kelainan Gienkologis (keputihan bagi wanita), kesemutan, kelemahan tubuh dan luka atau bisul yang tidak kunjung sembuh, serta infeksi saluran kemih.

Prevalensi DM di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor yaitu faktor demografi, faktor *life style* (gaya hidup), dan faktor fisiologis. Faktor demografi yang meliputi meningkatnya

jumlah penduduk, meningkat usia rata-rata 40 tahun ke atas, meningkatnya urbanisasi dan berpengaruh pada gaya hidup. Faktor *life style* (gaya hidup) yang kemudian selalu berpatokan dengan budaya barat atau *western* dan berkurangnya penyakit infeksi. Faktor fisiologis yang meliputi umur, obesitas, genetik, riwayat melahirkan bayi >4kg, dan riwayat DM saat kehamilan (Artjatmo, 2002).

2.2. Glukometer (metode POCT)

Glukometer merupakan suatu alat yang dipakai dalam penentuan nilai kadar gula darah perifer atau sentral. Nilai tersebut kemudian dinyatakan dalam dua jenis satuan, yaitu mg/dL atau mmol/L. Nilai yang dinyatakan adalah suatu nilai klinis yang sangat penting untuk memberikan diagnosis terhadap gangguan metabolisme seperti DM (Diabetes Health, 2012).

Glukometer terdiri atas sensor glukosa yang menggunakan elektroda platinum dan perak untuk membentuk bagian dari sirkuit listrik dengan elektrolisis dari hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida diproduksi sebagai hasil dari oksidasi glukosa pada membran oksida glukosa. Arus yang melalui rangkaian menyediakan hasil pengukuran konsentrasi hidrogen peroksida, sehingga konsentrasi glukosa dapat diketahui.

Glukometer yang menggunakan prinsip *Point of Care Testing* (POCT) atau biasa dikenal juga *Beside Test* adalah sebagai pemeriksaan laboratorium yang dilakukan pada pasien rawat inap maupun rawat jalan. Pemeriksaan menggunakan POCT ini dipakai dalam pemeriksaan diantaranya yaitu kadar gula darah. Pemeriksaan kadar glukosa darah yang menggunakan POCT terdiri atas alat meter glukosa darah, strip dan lanset. Glukometer digunakan untuk mengukur kadar

glukosa darah berdasarkan deteksi elektrokimia dengan dilapisi enzim glukosa oxidase pada strip membran (Menkes, 2010).

Penentuan kadar glukosa darah menggunakan POCT terdapat dua metode yaitu *amperometric detection* dan *reflectance*. *Amperometric detection* merupakan salah satu metode menggunakan pengukuran arus listrik yang dihasilkan pada sebuah elektrokimia. Saat darah diteteskan pada strip, kemudian reaksi akan terjadi antara bahan kimia dalam darah dengan reagen dalam strip. Reaksi tersebut akan menimbulkan arus listrik dengan besar yang sama dengan kadar bahan kimia dalam darah. *Reflectance* merupakan suatu metode yang digunakan sebagai rasio antara jumlah total radiasi. Fungsinya digunakan dengan membaca warna yang terbentuk dari sebuah reaksi antara sampel yang mengandung bahan kimia tertentu dengan reagen yang terdapat pada sebuah *test strip*. Reagen pada strip akan menimbulkan suatu reaksi warna yang kemudian setara dengan kadar bahan kimia pada sampel, setelah itu warna yang dihasilkan diukur oleh alat melalui arah bawah strip (Widagho, 2013).

2.3. Darah

Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup, mulai dari binatang primitif sampai manusia. Dalam keadaan fisiologik, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai pembawa oksigen, mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi, dan mekanisme hemostasis. Menurut Bakta (2013) darah terdiri atas 2 komponen yaitu plasma darah dan butir-butir darah. Plasma darah yaitu bagian cair darah yang sebagian besar terdiri dari air, elektrolit, dan protein darah. Butir-butir darah yaitu bagian darah yang

terdiri atas eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (butir pembeku).

2.3.1. Pembuluh Darah Vena

Pembuluh darah vena adalah pembuluh darah yang membawa darah rendah oksigen dan banyak mengandung karbondioksida, kecuali vena paru yang bertugas membawa darah yang beroksigen dari paru ke jantung. Darah vena cenderung lebih gelap dan berwarna merah kebiru-biruan karena kandungan oksigen rendah atau sedikit. Pembuluh darah vena merupakan kebalikan dari pembuluh darah arteri yang berfungsi membawa darah kembali ke jantung (Syarifuddin, 2009).

Pembuluh darah vena terdiri dari 3 lapis yaitu tunika adventisia, tunika media, dan tunika intima. Tunika adventisia adalah lapisan terluar yang terdiri atas jaringan ikat fibrus, berfungsi sebagai pelindung. Tunika media adalah lapisan tengah yang berotot, lebih tipis, kurang kuat, dan kurang elastis dibandingkan pembuluh darah arteri, berfungsi memberi tekanan terhadap darah. Tunika intima adalah lapisan dalam yang terbentuk oleh endothelium dan sangat licin serta dibatasi oleh selaput sel tunggal gepeng (Pearce, 2009).

Lokasi pengambilan darah vena pada orang dewasa yaitu vena *mediana cubiti* karena memiliki fiksasi yang baik sehingga mempermudah pekerjaan (Gandasoebrata, 2010). Selain vena *mediana cubiti*, lokasi yang dipakai sebagai pilihan kedua adalah vena *cephalica* yang terletak sejajar dengan ibu jari. Pilihan ketiga untuk lokasi pengambilan darah vena yaitu vena *basilica* yang terletak sejajar dengan jari kelingking (Pearce, 2009).

2.3.2. Pembuluh Darah Kapiler

Pembuluh darah kapiler merupakan pembuluh darah kecil yang sangat tipis, hanya dibentuk oleh tunika intima saja sehingga memudahkan proses pertukaran zat antara pembuluh darah dengan sel atau jaringan. Pembuluh darah kapiler adalah pembuluh darah yang sangat kecil disebut juga pembuluh rambut. Pada umumnya kapiler meliputi sel-sel jaringan karena secara langsung berubung langsung dengan sel (Syaifuddin, 2009).

Kapiler adalah tempat terjadinya pertukaran zat. Komposisi darah kapiler yaitu campuran dari darah arteri, darah vena dan aliran intraseluler. Pintu masuk ke pembuluh darah kapiler dilapisi oleh *sfincter* yang terbentuk dari otot polos. Apabila *sfincter* terbuka maka darah akan masuk kedalam kapiler dan apabila tertutup maka darah langsung masuk dari arteriole ke venulus dan tidak melalui kapiler. Kapiler membuka dan menutup dengan kecepatan 6-12 kali/menit (Syaifuddin, 2009).

Pembuluh darah kapiler adalah salah satu pembuluh darah yang menghubungkan antara arteriole dengan venulus. Darah di dalam kapiler adalah campuran dari dara vena dan darah arteri. Dalam sirulasi sistemik, darah arteri memberikan oksigen dan nutrisi ke darah kapiler. Dinding pembuluh darah kapiler yang tipis memungkinkan pertukaran oksigen untuk karbondioksida dan limbah antar sel dan darah. Karbondioksida dan limbah kemudian terbawa dalam darah. Dalam sirkulasi paru, karbondioksida dikirim menuju ke darah kapiler di paru dan ditukar dengan oksigen (Pearce, 2009).

Pembuluh darah kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat kecil tempat arteri berakhir. Semakin kecil arteriol maka semakin menghilang lapisan dindingnya sehingga apabila sampai ke kapiler menjadi sehalus rambut. Lapisan yang sangat tipis tersebut memungkinkan limfe merembes keluar membentuk cairan jaringan dan membawa air, mineral dan zat makanan untuk sel, menyediakan oksigen dan menyingkirkan bahan buangan termasuk karbondioksida (Pearce, 2009).

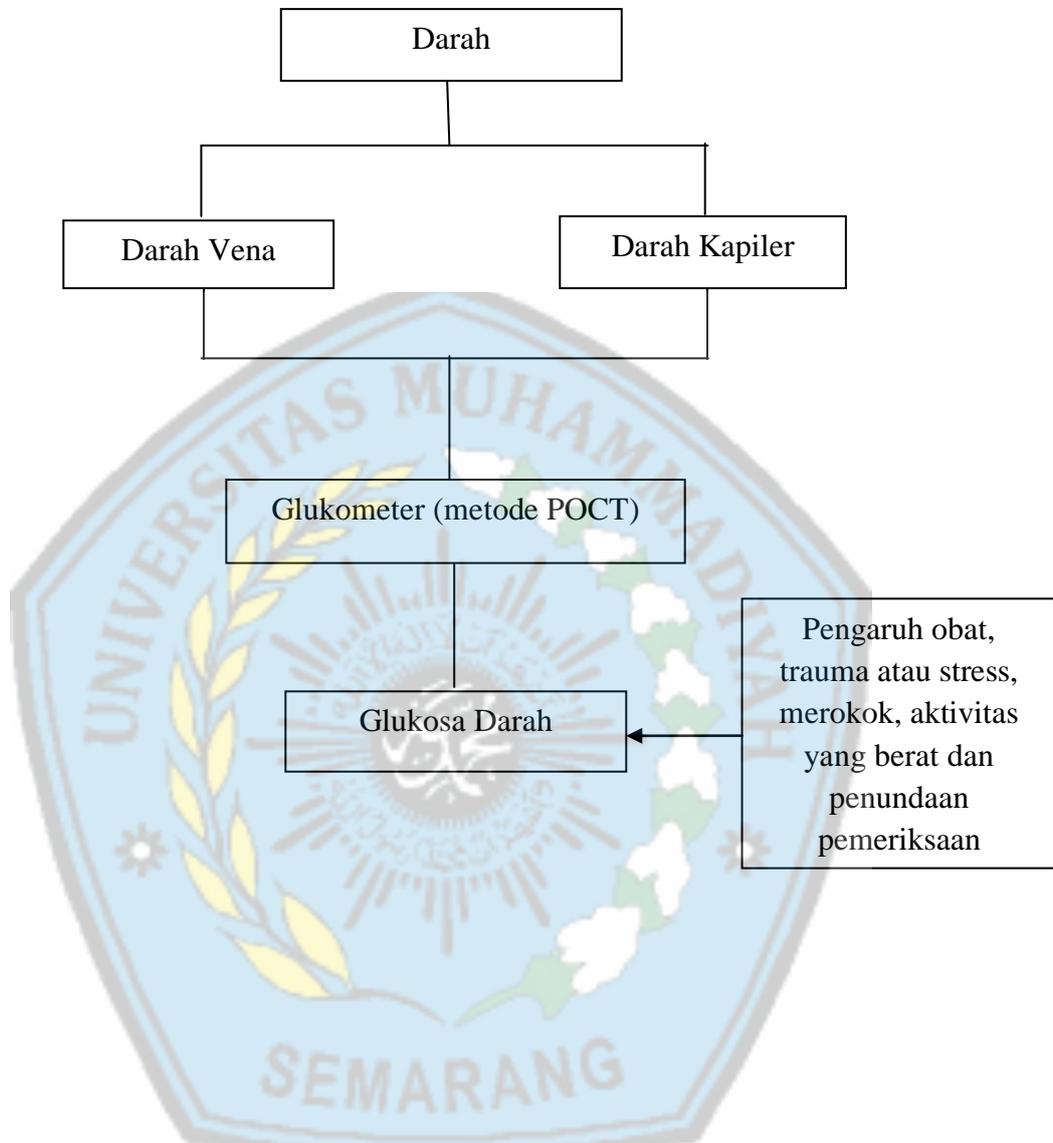
Lokasi pengambilan darah kapiler pada orang dewasa yang biasa digunakan pada ujung jari atau daun telinga. Sedangkan pengambilan darah kapiler pada bayi dan anak kecil boleh pada tumit dan ibu jari kaki. Tempat yang dipilih untuk pengambilan darah kapiler tidak boleh yang memperlihatkan gangguan peredaran darah seperti *cyanosis* atau pucat (Gandasoebrata, 2010).

Darah kapiler merupakan pertemuan antara pembuluh darah vena dan arteri, mengandung berbagai macam molekul baik CO₂, O₂, hormon, vitamin, mineral dan zat kimia lain yang dapat menyulitkan pemeriksaan glukosa darah. Darah vena banyak mengandung CO₂, molekul-molekul kimia yang menunjukkan metabolisme tubuh. Darah memiliki fungsi sebagai transportasi oksigen, dimana darah vena membawa sedikit oksigen dalam darah dan membawa banyak karbondioksida. Kadar oksigen dalam darah vena yang rendah dapat mempengaruhi kadar glukosa yang dibawa sehingga didalam darah vena biasanya didapati kadar glukosa tinggi akibat reaksi *glucose oxidase* dalam darah vena yang terjadi juga sedikit (Gutman, 1998).

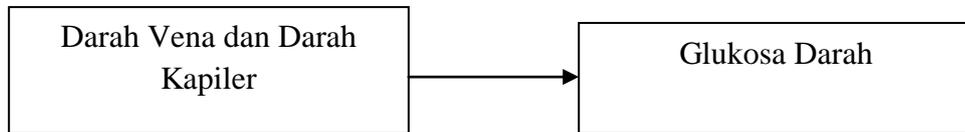
Pembuluh darah kapiler adalah pembuluh darah perifer yang berada pada permukaan, pembuluh darah kapiler akan mengalami vasokonstriksi serta terjadi penurunan aliran darah. Penurunan aliran darah pada kapiler menyebabkan stasis aliran darah, konsumsi glukosa pada darah kapiler meningkat seiring dengan penurunan aliran darah sehingga kadar glukosa darah dalam darah kapiler biasanya lebih rendah (Gutman, 1998).



2.4. Kerangka Teori



2.5. Kerangka Konsep



2.6. Hipotesis

Terdapat perbedaan yang bermakna dari hasil pemeriksaan kadar glukosa darah dengan glukometer menggunakan sampel darah vena dan darah kapiler.

