

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Glukosa Darah**

Glukosa darah merupakan gula yang terdapat dalam darah yang dibentuk dari karbohidrat dalam makanan yang diserap dalam jumlah besar ke dalam darah serta di konversikan di dalam hati. Glukosa dalam tubuh dipecah untuk menyediakan energi pada sel atau jaringan dan dapat disimpan sebagai energi dalam sel sebagai glikogen. Glukosa terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Kadar glukosa darah dapat dipengaruhi oleh dua hormon yang berasal dari pankreas yaitu insulin dan glukagon. Insulin diperlukan untuk permeabilitas membran sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel. Tanpa insulin, glukosa tidak dapat memasuki sel. Glukagon menstimulasi glikogenolisis (pengubahan glikogen cadangan menjadi glukosa) dalam hati. Penurunan kadar glukosa darah (hipoglikemia) terjadi akibat asupan makanan dengan gizi yang tidak seimbang atau darah terlalu banyak mengandung insulin. Jika terjadi peningkatan kadar glukosa darah (*hiperglikemia*) maka insulin yang beredar tidak mencukup, kondisi ini disebut sebagai DM (Kee, 2013).

#### **B. Metabolisme Glukosa Darah**

Glukosa adalah *precursor* untuk sintesis bermacam – macam gula lain yang diperlukan untuk pembentukan senyawa khusus, misalnya laktosa, antigen permukaan sel, nukleotida atau glikosaminoglikan. Glukosa juga

merupakan prekursor pokok bagi senyawa non karbohidrat, glukosa dapat diubah menjadi lemak (termasuk asam lemak, kolesterol, dan hormon steroid), asam amino, dan asam nukleat. Dalam tubuh manusia hanya senyawa – senyawa yang disintesis dari vitamin, asam amino esensial, dan asam lemak esensial yang dapat disintesis dari glukosa. Karbohidrat yang berada dalam makanan berupa polimer heksana yaitu glukosa, galaktosa, dan fruktosa. Dalam keadaan normal glukosa difosforilasi menjadi glukosa-6-fosfat. Enzim yang mengkatalisis adalah heksokinase, kadarnya meningkat oleh insulin dan menurun pada keadaan kelaparan dan *diabetes mellitus*. Sedangkan glukosa dapat disimpan di hati atau otot sebagai glikogen. Glikogen bekerja saat aktivitas otot dan glukosa darah terisi sesuai kebutuhan (Wulandari, 2016).

Metabolisme glukosa menghasilkan asam piruvat, asam laktat, dan *asetil koenzim A* (asetil-KoA) yang dapat menghasilkan energi. Metabolisme glukosa juga secara signifikan dikontrol oleh hati. Simpanan glikogen di hati merupakan sumber glukosa untuk mempertahankan kadar glukosa normal dalam darah. Selain itu, di hati terjadi *gluconeogenesis*, karena glikogen terbentuk dari sumber – sumber non karbohidrat seperti asam amino atau asam lemak. Hal ini terjadi pada keadaan rendahnya asupan karbohidrat, DM, dan kelaparan. Pada kasus kerusakan hati yang berat, dapat terjadi hipoglikemia karena ketidakmampuan jaringan hati yang tersisa untuk membentuk glukosa (Ronald and Mcpherson, 2012). Glukosa dapat disimpan di hati atau otot sebagai glikogen, suatu polimer yang terdiri dari banyak residu glukosa dalam bentuk yang dapat dibebaskan dan dimetabolisme sebagai glukosa. Karena besarnya volume dan kandungan enzim untuk berbagai konversi metabolik,

hati berperan dalam mendistribusikan glukosa untuk menghasilkan energi. Sebagian besar energi untuk fungsi sel dan jaringan berasal dari glukosa (Wulandari, 2016).

### **C. Kadar Glukosa Darah Sewaktu**

Kadar gula darah sewaktu merupakan kadar glukosa darah sepanjang hari yang bervariasi dimana akan meningkat setelah makan dan kembali normal dalam waktu 2 jam. Kadar gula darah sewaktu untuk kondisi normal pada dewasa (umur diatas 45 tahun) menurut WHO yaitu 70-130 mg/dL. Menurut Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) kadar glukosa darah sewaktu pada *specimen whole blood* (darah kapiler) harus diperhatikan adanya perbedaan hasil interpretasi yaitu < 90 mg/dL (rendah), 90-199 mg/dL (normal),  $\geq 200$  mg/dL (tinggi) (Soelistijo, dkk, 2015).

Pemeriksaan gula darah sewaktu adalah pemeriksaan penyaringan untuk mendiagnosa penyakit DM. Setelah makan dan minum terjadi kenaikan kadar glukosa darah yang merangsang pankreas menghasilkan insulin untuk mencegah kenaikan kadar glukosa lebih lanjut. Kenaikan kadar glukosa darah (hiperglikemia) dapat terjadi jika insulin yang beredar tidak mencukupi atau tidak berfungsi dengan baik, maka disebut DM (Fatimah, 2016).

### **D. Diabetes Mellitus (DM)**

*Diabetes Mellitus* (DM) merupakan suatu penyakit menahun yang ditandai dengan kadar glukosa darah melebihi nilai normal yaitu kadar glukosa darah sewaktu sama atau lebih dari 200 mg/dl, dan kadar glukosa darah puasa diatas atau sama dengan 130 mg/dl (Padila, 2013). DM merupakan salah satu penyakit degeneratif, yaitu penyakit akibat fungsi atau

struktur dari jaringan atau organ tubuh yang secara progresif menurun dari waktu ke waktu karena usia atau pilihan gaya hidup. Penyakit ini juga dikenal sebagai penyakit akibat dari pola hidup modern dimana orang lebih suka makan – makanan siap saji, kurangnya aktivitas fisik karena lebih memanfaatkan teknologi seperti penggunaan kendaraan bermotor dibandingkan dengan berjalan kaki sehingga kelebihan berat badan juga merupakan resiko menderita DM. DM dibagi menjadi 2 tipe yaitu DM Tipe I dan DM Tipe II (Saini, 2013).

*Diabetes Mellitus (DM) Tipe I* merupakan DM yang bersifat bawaan dari lahir yang disebabkan karena kelainan organ tubuh dalam memproduksi hormon insulin sehingga umumnya diderita oleh orang yang berumur kurang dari 30 tahun. Terapi yang diberikan untuk DM tipe II melalui pengaturan diet dan suntikan insulin. DM tipe II sifatnya bukan bawaan dari lahir tetapi disebabkan oleh faktor gaya hidup dan makanan yang dikonsumsi setiap hari serta faktor *degenerative* sehingga pada umumnya penderita DM tipe II ditemui berumur lebih dari 30 tahun. Pada DM tipe II terapi insulin tidak begitu diutamakan tetapi diutamakan pada pengaturan gaya hidup yang sehat yaitu dengan diet DM yang seimbang serta olahraga yang teratur agar tubuh dapat mempertahankan kadar glukosa dalam darah dalam batas normal (Betteng, dkk. 2014).

*Diabetes Mellitus (DM) Tipe II* merupakan penyakit multifaktorial dengan komponen genetik dan lingkungan yang sama kuat dalam proses timbulnya penyakit tersebut. Pengaruh faktor genetik terlihat dengan tingginya penderita DM yang berasal dari orang tua yang memiliki riwayat DM

sebelumnya. DM tipe II juga disebut dengan *diabetes lifestly* karena penyebabnya selain dari faktor keturunan, faktor lingkungan meliputi usia, obesitas, resistensi insulin, makanan, aktivitas fisik, dan gaya hidup penderita yang tidak sehat juga berperan dalam terjadinya diabetes ini (Betteng, dkk. 2014). Menurut (Manurung, 2006) menyatakan bahwa ada 2 faktor resiko pada DM tipe II yaitu faktor resiko yang tidak dapat diubah dan faktor resiko yang dapat diubah. Dalam faktor resiko yang tidak dapat diubah terdiri dari kelainan genetik dan usia, sedangkan dalam faktor resiko yang dapat diubah terdiri dari pola makan yang salah, obesitas, merokok, hipertensi, minimnya aktivitas fisik, dan stress. Stress kronis cenderung membuat seseorang mencari makan yang manis – manis dan berlemak tinggi untuk meningkatkan kadar serotosin otak, dimana serotosin ini memiliki efek penenang sementara untuk meredakan stress tapi kandungan glukosa dan lemak yang meningkat resiko terkena DM.

## **E. Penyebab Perubahan Kadar Glukosa Darah**

### **1. Berdasarkan usia**

Tubuh manusia mengalami perubahan fisiologi yang secara drastis menurun dengan cepat setelah usia 40 tahun. *Diabetes mellitus* sering muncul setelah seseorang memasuki usia rawan tersebut, terutama setelah usia 45 tahun pada mereka yang berat badannya berlebih sehingga tubuhnya tidak peka lagi terhadap insulin sehingga terjadi kelebihan glukosa dan di butuhkan insulin dalam jumlah yang banyak untuk mengubah glukosa menjadi energi. Kadar glukosa darah di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain usia, hormon

insulin, emosi, stress, jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi serta aktivitas fisik yang dilakukan (Lestari, dkk. 2014).

Menurut (Putra, 2019) umur merupakan salah satu faktor yang mampu mempengaruhi kadar gula darah. Hasil penelitiannya didapatkan semakin tua usia seseorang maka risiko peningkatan kadar glukosa darah dan gangguan toleransi glukosa akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh melemahnya semua fungsi organ tubuh termasuk sel pankreas yang bertugas menghasilkan insulin. Sel pankreas bisa mengalami degradasi yang menyebabkan hormon insulin yang dihasilkan terlalu sedikit sehingga kadar gula darah menjadi tinggi. Peningkatan kadar gula darah juga dapat disebabkan karena terganggunya homeostasis pengaturan gula darah. Gangguan pengaturan gula darah pada lansia meliputi 3 hal yaitu resistensi insulin, hilangnya pelepasan insulin fase pertama, dan peningkatan kadar gula darah postprandial.

## **2. Berdasarkan jenis kelamin**

Penderita DM sebagian besar dapat dijumpai pada perempuan di banding laki-laki. Hal ini disebabkan karena pada perempuan memiliki *Low Density Lipoprotein* (LDL) atau kolesterol jahat tingkat trigleserid yang lebih tinggi di banding dengan laki-laki, perbedaan dalam melakukan semua aktivitas dan gaya hidup sehari - hari sangat mempengaruhi kejadian suatu penyakit yang merupakan salah satu faktor resiko terjadinya penyakit DM (Fatimah, 2016).

## **3. Berdasarkan pola makan**

Menurut (Arif, 2012) pola makan adalah gambaran tentang jenis, sumber, dan jumlah yang dikonsumsi setiap hari yang sudah merupakan kebiasaan yang berlaku dalam setiap kelompok masyarakat. Tubuh kita secara umum

membutuhkan diet seimbang untuk menghasilkan energi untuk melakukan fungsi – fungsi vital. Terlalu banyak makanan akan menghambat pankreas untuk menjalankan fungsi sekresi insulin. Jika sekresi insulin terhambat akan menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Orang – orang yang terbiasa mengonsumsi karbohidrat terlalu banyak akan sangat berpotensi terdapat penyakit DM.

Menurut penelitian Muliarta (2022) pola makan yaitu suatu bentuk kebiasaan konsumsi makanan yang dilakukan oleh seseorang dalam kegiatan makannya sehari-hari. Pola makan yang ditanyakan pada responden seperti frekuensi makan dalam sehari, porsi makan dan jenis makanan. Pola makan pada penelitian ini dikategorikan menjadi makanan pokok, protein hewani, protein nabati, dan makanan serat. Masing-masing kategori diberikan skor berdasarkan frekuensi konsumsi makanan tersebut. Skor 1-9 dilabeli kurang, skor 10-18 cukup, dan skor 19- 27 dilabeli normal (Muliarta, 2022).

#### **4. Berdasarkan genetik atau faktor keturunan**

*Diabetes Mellitus* (DM) cenderung diturunkan atau diwariskan, bukan ditularkan. Menurut Damayanti (2015) anggota keluarga penderita DM memiliki kemungkinan lebih besar terserang penyakit ini dibandingkan dengan anggota keluarga yang tidak menderita DM. Para ahli kesehatan juga menyebutkan DM merupakan penyakit yang terpaut kromosom seks atau kelamin. Biasanya kaum laki-laki menjadi penderita sesungguhnya. Sedangkan kaum perempuan sebagai pihak yang membawa gen untuk diwariskan kepada anak - anaknya (Damayanti, 2015).

#### **5. Berdasarkan aktivitas fisik**

Aktivitas fisik seperti pekerjaan dan olahraga yang dilakukan secara rutin mampu mempengaruhi kadar gula darah. Menurut penelitian dari Auliya (2016) seseorang dengan pekerjaan yang memiliki aktivitas fisik ringan akan berisiko untuk peningkatan kadar gula darah dibandingkan orang yang memiliki aktivitas fisik berat. Hal ini terlihat dari hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2007 yang menyatakan bahwa salah satu faktor risiko peningkatan kadar gula darah adalah kurangnya aktivitas fisik. Aktivitas fisik dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah melalui 2 cara yakni dengan kurangnya aktivitas fisik maka penumpukan jaringan lemak akan semakin tinggi yang dapat menyebabkan resistensi insulin dan kurangnya aktivitas fisik juga dapat menyebabkan pengurangan kemampuan jaringan menerima insulin (Arman, 2011).

Menurut PERKENI (2011) sebagai salah satu upaya pencegahan penyakit DM, dapat dilakukan dengan memperbanyak aktivitas fisik seperti berolahraga dan melakukan senam ringan. Saat berolahraga, otot akan berkontraksi sehingga memerlukan (*Adenosin Trifosfat*) ATP sebagai sumber energi. ATP diperoleh melalui metabolisme energi baik melalui glikolisis glukosa maupun pembakaran simpanan karbohidrat, lemak dan protein sehingga mampu menyebabkan kadar gula darah turun. Latihan jasmani sebaiknya disesuaikan dengan umur dan status kebugaran jasmani (Soelistijo, dkk. 2015).

#### **6. Berdasarkan obat–obatan, hormon, bahan toksik dan beracun**

Menurut Sabella (2010) bahan beracun yang mampu merusak sel beta secara langsung adalah *alloxan*, *pyrinuron* (rodentisida), dan *streptozocin*



(produk dari sejenis jamur) sehingga berpengaruh terhadap kadar gula darah. Obat-obatan antidiabetik seperti suntikan hormon insulin dan obat hipoglikemi oral (*diuretic tiaside, glukokortikoid* atau kortison, agen-agen tiroid dan estrogen dapat meningkatkan kadar gula darah. Obat-obatan yang menurunkan kadar gula darah yaitu antidepresi trisiklik, *inhibitor monoamine oksidase*, produk - produk aspirin, dan antikoagulan oral (Sabella, 2010).

#### **F. Lanjut Usia**

Lansia adalah tahap akhir hidup manusia, merupakan bagian dari proses kehidupan yang tak dapat dihindari setiap individu. Pada tahap ini individu mengalami banyak perubahan dan akan dialami baik secara fisik maupun mental khususnya kemunduran dalam berbagai fungsi dan kemampuan yang pernah dimilikinya. Perubahan panampilan fisik sebagai proses penuaan normal, seperti rambut mulai memutih, kerut - kerut wajah, berkurangnya ketajaman indera serta kemunduran daya tahan tubuh merupakan acaman bagi integritas orang usia lanjut. Semua hal tersebut untuk kemampuan beradaptasi yang cukup besar untuk dapat menyikapi secara bijak (Raudhoh, 2021).

Beberapa penelitian juga menganggap proses menua cenderung mengarah kepada manusia, hal ini kemungkinan dikarenakan resistensi insulin pada lansia sehingga peningkatan sekresi insulin akan mengganggu fungsi otak yang lama sehingga menyebabkan degerasi otak. Dari semua data di atas dapat di simpulkan bahwa proses penuaan sebenarnya dapat di perlambat dengan pengaturan pola makan yang membatasi makanan yang mengandung kalori. Berdasarkan hal tersebut tidaklah mengherankan apabila umur merupakan

faktor utama terjadinya kenaikan prevalensi DM serta gangguan toleransi glukosa (Fatimah, 2016).

Menurut dunia kesehatan pengertian lansia adalah digolongkan menjadi 3, yaitu :

1. Usia pertengahan yaitu 45 – 59 tahun.
2. Lanjut usia yaitu 60 – 74 tahun.
3. Lanjut usia tua yaitu 75 – 95 tahun.

Peningkatan jumlah lansia terjadi akibat dari meningkatnya umur harapan hidup manusia yang merupakan dampak positif dari keberhasilan pembangunan nasional khususnya bidang kesehatan. Indonesia termasuk dalam lima besar negara dengan jumlah penduduk lanjut usia terbanyak di dunia (*World Health Organization, 2015*).

#### **G. Tes Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah**

Pemeriksaan kadar glukosa darah dapat dilakukan dengan pemeriksaan glukosa darah sewaktu, kadar gula darah puasa, kadar HbA1c, dan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO). Pemeriksaan glukosa darah sewaktu dilakukan sebagai upaya *screening* terhadap penyakit DM untuk mengetahui kadar glukosa darah sewaktu tanpa harus memperhatikan waktu makan. Pemeriksaan *screening* merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk menegakkan diagnosis DM tipe II dan prediabetes pada kelompok resiko tinggi yang tidak menunjukkan gejala klasik DM. Spesimen yang digunakan dalam pemeriksaan kadar glukosa darah yaitu berupa plasma atau serum vena, dan darah kapiler (*World Health Organization, 2013*).

Metode pengukuran glukosa darah dapat dibedakan menjadi metode kimia dan metode enzimatik. Metode kimia saat ini tidak dapat digunakan karena tidak spesifik dan umumnya tergantung pada reaksi reduksi. Pemeriksaan kadar glukosa darah yang dianjurkan menurut (PERKENI, 2015) adalah pemeriksaan gula darah secara enzimatik dengan bahan darah plasma vena dengan memperhatikan pra analitik, analitik, dan post analitik. Metode enzimatik terdiri dari tiga jenis, yaitu metode *glucose oksidase peroksidase*, metode *heksokinase*, dan reagen kering (*glucose oksidase atau glukosa dehydrogenase*) menggunakan alat POCT.

Prinsip metode enzimatik yaitu menggunakan enzim tertentu sesuai dengan jenis metodenya sebagai katalis reaksi. Metode heksokinase merupakan metode pengukuran kadar glukosa darah yang dianjurkan oleh WHO dan *International Federation Clinical (IFCC)*. Kelebihan metode ini yaitu menggunakan dua macam enzim yang spesifik sehingga hasilnya lebih akurat namun metode ini membutuhkan biaya yang relatif mahal. Di Indonesia baru hanya sekitar sepuluh persen laboratorium yang menggunakan metode heksokinase untuk pemeriksaan kadar glukosa darah dan lebih banyak menggunakan metode *Glucose Oksidase Peroksidase (GOD-PAP)* sehingga menjadi pemeriksaan standar yang umumnya digunakan di laboratorium Indonesia (Subiyono,dkk., 2016).

*Point Of Care Testing (POCT)* didefinisikan sebagai pemeriksaan yang hasilnya dapat diketahui sesegera mungkin dalam membantu menentukan tindakan selanjutnya bagi pasien. Prinsip dasar alat ini menggunakan sel pengukur dimana reaksi tertentu dapat berlangsung, sel ini dapat berupa

matriks yang berpori, chamber atau suatu permukaan (*surface*). Cara pengukuran dapat secara visual monitoring reaksi elektrokimia yang terjadi. Umumnya pemeriksaan POCT kimia menggunakan teknologi biosensor. POCT menggunakan reaksi enzimatik kimia oleh reaksi elektrokimia. Kelebihan penggunaan POCT adalah hasil pemeriksaan yang cepat sehingga kadar gula darah cepat untuk diketahui, biaya lebih terjangkau, volume sampel yang dipakai lebih sedikit dan tidak memerlukan penanganan sampel seperti pemusingan (*sentrifugasi*), pemeriksaan dapat dilakukan didekat pasien (*bed side*), penggunaan alat yang lebih praktis. Kelemahan penggunaan POCT yaitu kemampuan pengukuran terbatas, akurasi kurang baik dibandingkan dengan metode rujukan yaitu *hexokinase* sehingga pemeriksaan bertujuan hanya untuk *screening* DM tidak sebagai penegak diagnosa DM, perawatan dan kalibrasi alat perlu diperhatikan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sumirat (2017) yang berjudul “Perbedaan Antara Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah Metode Heksokinase Dengan Metode POCT” didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pemeriksaan kadar glukosa metode POCT *accu ceck* dan metode heksokinase (Sumirat, 2017).

Metode dari alat POCT yaitu metode enzimatik *glucose oxidase*. Prinsip metode enzimatik *glucose oxidase* yaitu darah kapiler diserap ke dalam *strip test*, kemudian mengalir ke area tes dan bercampur dengan reagen untuk memulai proses pengukuran. Enzim *glucose dehydrogenase* dan koenzim dalam strip tes mengkonversi glukosa dalam sampel darah menjadi glukonolakton. Reaksi tersebut menghasilkan listrik DC yang tidak berbahaya

sehingga meter mampu mengukur gula darah. Pada pengukuran darah sewaktu tidak ada persiapan khusus untuk pasien (Sumirat, 2017).

## **H. Pengendalian Kadar Glukosa Darah**

Menurut (Arman, 2011) ada empat hal utama yang harus dapat dilakukan untuk mengendalikan kadar gula darah yaitu :

1. Pengaruh makan (diet) dengan penekanan pada pentingnya keteraturan makna dalam hal jadwal makan, jenis, dan jumlah makanan
2. Olahraga (aktivitas fisik) secara teratur yakni 1 – 3 kali seminggu selama 30 – 60 menit.
3. Pengobatan yang sesuai petunjuk dokter bila gula darah tidak dapat dikendalikan dengan pengaturan pola makan dan latihan fisik.
4. Evaluasi kesehatan dengan melakukan evaluasi medis secara lengkap meliputi pemeriksaan fisik, riwayat penyakit, dan pemeriksaan laboratorium.