

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Pengertian diabetes melitus

Diabetes melitus merupakan penyakit tidak menular yang memiliki sifat yang kronis atau diderita menahun yang berkaitan dengan kebiasaan hidup seperti merokok, konsumsi alkohol, aktivitas fisik dan pola makan yang kurang baik yang mengakibatkan resiko timbulnya penyakit diabetes. Selain itu, jenis kelamin, riwayat keturunan, dan usia merupakan faktor yang tidak dapat diubah yang menyebabkan seseorang lebih berisiko terkena diabetes (Fauziyyah dkk, 2024). Diabetes melitus merupakan penyakit yang disebabkan oleh gangguan metabolisme yang terjadi pada organ pankreas, yang dimana hal ini umumnya ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa dalam darah atau biasanya disebut dengan kondisi *hiperglikemia* yang disebabkan menurunnya jumlah insulin pada organ pankreas (Lestari dkk, 2021). Kadar glukosa dalam darah sangat penting untuk dipertahankan agar tidak melewati batas normal, kadar glukosa darah dapat dikontrol dengan berbagai cara diantaranya dengan pemeriksaan glukosa darah sewaktu (*GDS*) , pemeriksaan glukosa darah puasa (*GDP*), pemeriksaan glukosa darah 2 jam PP , dan pemeriksaan HbA1c, beberapa pemeriksaan umumnya dipakai sebagai acuan penilaian kadar glukosa darah pada seseorang (Yusuf dkk, 2023). Diabetes melitus terbagi menjadi 3 golongan diantaranya Diabetes Melitus Tipe 1, Diabetes Melitus Tipe 2 , dan Diabetes Melitus Gestasional. Sebesar 90% dari jumlah keseluruhan penyandang penyakit diabetes melitus adalah penyandang diabetes melitus tipe 2

sisanya adalah penyandang diabetes tipe 1 dan diabetes gestasional (Maharani, 2022).

Diabetes melitus tipe 2 memiliki mekanisme patofisiologi utama dalam perkembangannya yaitu resistensi insulin dan disfungsi sel beta pankreas pada jaringan perifer seperti otot, jaringan lemak, dan juga resistensi insulin di hati. Resistensi insulin adalah salah satu mekanisme mendasar terjadinya diabetes melitus tipe 2, sedangkan pada penderita diabetes fungsi sel beta yang abnormal menyebabkan pelepasan insulin yang tidak mencukupi untuk mengimbangi glukosa yang dikonsumsi berlebihan setelah makan. Bila sel beta mulai gagal berfungsi, maka toleransi glukosa dalam tubuh akan menurun dan penyakit diabetes melitus akan terjadi.

2. Klasifikasi diabetes melitus

Penyakit diabetes melitus dapat diklasifikasikan berdasarkan pada mekanisme patofisiologi, etiologi, dan karakteristik penyakit klinisnya. Klasifikasi utama dari diabetes melitus tipe 1, diabetes melitus tipe 2, dan diabetes melitus tipe gestasional masing-masing dari tipe diabetes melitus ini memiliki penyebab, gejala, dan jenis penanganan yang berbeda. Klasifikasi ini didasarkan pada panduan pedoman nasional dan juga pedoman internasional yang sudah disesuaikan dengan konteks di Indonesia, yang dimana diabetes melitus menjadi salah satu dari beberapa penyakit tidak menular yang memiliki tingkat prevalensi yang tinggi (Sutrisna A, 2023)

a. Diabetes melitus tipe 1

Penyakit Diabetes melitus tipe 1 merupakan salah satu dari 3 tipe diabetes melitus yang ada, diabetes melitus tipe 1 umumnya dikenal dengan diabetes *insulin-dependent*. *Insulin-dependent* disebabkan oleh destruksi autoimun oleh sel beta pankreas yang menghasilkan insulin, hal ini umumnya terjadi pada rentang usia anak muda (anak-anak hingga remaja). Patofisiologi umumnya adalah terjadi defisiensi insulin *absolut* karena kerusakan sel beta yang terjadi akibat antibodi autoimun seperti anti-GAD dan juga anti-ICA. Gejala akut yang muncul meliputi *polyuria*, *polydipsia*, *polifagia*, terjadinya penurunan berat badan yang drastis, hingga bisa terjadi resiko *ketoacidosis diabetic* jika tidak ditangani dengan cepat. Di Indonesia, penyakit diabetes melitus tipe 1 prevalensinya lebih rendah dibandingkan diabetes melitus tipe 2, namun angka prevalensinya meningkat akibat faktor genetik dan faktor lingkungan. (Wahyuni S, 2022). Diagnosis pada diabetes melitus tipe 1 ini melibatkan kadar glukosa puasa >126 mg/dL, HbA1c pada rentang $> 6,5\%$ atau gejala umum dengan kadar glukosa sewaktu yang tinggi. (Prasetyo B, 2021)

b. Diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 adalah jenis tipe penyakit diabetes yang paling umum dijumpai, diabetes melitus tipe ini memiliki sekitar 90-95% kasus di Indonesia. Tipe ini disebabkan oleh terjadinya kombinasi resistensi insulin pada jaringan perifer seperti lemak, otot, dan hati serta terjadi disfungsi sel beta pankreas. Faktor resiko utama dari diabetes melitus tipe 2 ini yaitu obesitas, inaktivitas fisik, diet tinggi kalori, dan riwayat keturunan dari keluarga. Gejala umum yang sering

muncul pada awal penderita ini ketika terjadi hiperglikemia parah seperti kelelahan, infeksi yang berulang, dan terjadi penyembuhan yang lambat ketika terjadinya luka. Di Indonesia, umumnya penyakit diabetes melitus tipe 2 ini berhubungan erat dengan urbanisasi dan pola makan yang modern, dengan terjadinya resiko komplikasi kardiovaskular yang tinggi (Sari D, 2022). Diagnosis diabetes melitus tipe 2 ini melibatkan rentang kadar glukosa puasa >126 mg/dL, TTGO >200 mg/dL, atau HbA1c >6.5 % (Kusuma R, 2020)

c. Diabetes melitus gestasional

Diabetes melitus gestasional adalah tipe penyakit diabetes melitus yang umumnya terjadi selama masa kehamilan trimester kedua atau ketiga, diabetes tipe ini muncul ditandai dengan hiperglikemia yang pertama kali terdeteksi saat masa kehamilan. Penyebab diabetes ini muncul karena resistensi insulin fisiologis akibat dari hormon kehamilan yaitu hormon estrogen, progesterone, dan human *placental lactogen* yang mengganggu kerja dari insulin. Diabetes tipe ini beresiko tinggi pada wanita dengan obesitas, memiliki riwayat diabetes pada keluarga, atau pada kehamilan sebelumnya sudah terdiagnosa riwayat diabetes melitus gestasional. Gejala yang muncul tidak terlalu spesifik, namun dapat menyebabkan komplikasi seperti makrosomia janin, preklampsia, dan resiko terjadinya diabetes melitus tipe 2 pasca kehamilan. Skrining diabetes melitus gestasional di Indonesia biasanya dilakukan pada minggu 28 sampai dengan minggu 29 kehamilan menggunakan TTGO 75g glukosa. Diagnosis diabetes melitus gestasional ini melibatkan glukosa 1 jam >180 mg/dL atau glukosa 2 jam >153 mg/dL (Sutrisna A, 2023).

3. Jenis luka pasien diabetes melitus

Secara umum, penyakit diabetes melitus erat kaitannya dengan penyembuhan luka yang lama, penyembuhan luka yang cukup lama ini diakibatkan oleh hiperglikemia kronis yang menyebabkan rusaknya pembuluh darah, saraf, dan sistem kekebalan tubuh seseorang. Jenis luka pada pasien diabetes melitus dapat diklasifikasikan berdasarkan tipe diabetes melitus yang diderita seseorang, masing-masing tipe diabetes melitus memiliki resiko dan mekanisme luka yang berbeda, terutama pada komplikasi seperti ulkulus kaki *diabetic*, infeksi, dan penyumbatan pembuluh darah. (Budi, 2024)

Pada pasien diabetes melitus tipe 1, luka yang umumnya terjadi akibat dari defisiensi insulin absolut yang menyebabkan hiperglikemia berat dan kerusakan saraf perifer (*neuropati diabetic*), jenis luka utama yang umumnya terjadi yaitu ulkus kaki *diabetic*, yang dimulai dari luka kecil yang timbul di kaki akibat dari trauma minor, infeksi, atau deformitas kaki. Luka ini umumnya sulit untuk sembuh karena terjadi gangguan sirkulasi darah dan gangguan sirkulasi imunitas (Sari N, 2024)

Pada pasien diabetes melitus tipe 2 yang lebih umum menyebabkan luka yang kronis disebabkan oleh resistensi insulin dan dislipidemia, yang menyebabkan *aterosklerosis* dan *neuropati* memperburuk. Jenis luka yang umumnya muncul yaitu ulkulus kaki *diabetic* kronis, timbul pada area plantar atau jari kaki, bagian ini memiliki resiko infeksi yang tinggi dikarenakan adanya gangguan mikrosirkulasi. Luka ini dapat berkembang menjadi gangren jika tidak ditangani dengan baik, dengan faktor resiko obesitas dan katifitas fisik yang minim (Fitri M, 2024).

Diabetes melitus gestasional, umumnya tidak menyebabkan luka kronis seperti diabetes melitus tipe 1 maupun tipe 2, namun resiko juga akan meningkat selama kehamilan akibat dari resistensi insulin fisiologis dan perubahan hormon selama kehamilan. Jenis luka utama yang sering timbul yaitu luka perineum pasca persalinan atau luka operasi sesar yang lambat sembuh (Budi, 2024)

4. Faktor resiko diabetes melitus

Faktor resiko penyakit diabetes melitus terbagi menjadi 2 pemebagian yang dapat memicu terjadinya diabetes melitus, faktor tersebut antara lain yang dapat dimodifikasi (di ubah) dan tidak dapat di modifikasi (tidak dapat diubah). Beberapa faktor resiko yang dapat di modifikasi (diubah) antara lain obesitas atau berat badan lebih dengan IMT >23 kg/m yaitu keadaan dimana lemak menumpuk di dalam tubuh dan meningkatkan resiko diabetes, selanjutnya ada hipertensi dengan tekanan darah berada pada $>140/90$ mmHg, kurangnya aktivitas fisik yang dapat menyebabkan lemak menumpuk di dalam tubuh, , keadaan dislipidemia dengan kadar HDL <35 mg/dL atau trigliserida >250 mg/dL, konsumsi makanan mengandung tinggi gula dan juga rendah serat dapat menjadi peluang tinggi untuk seseorang menderita kondisi pre-diabetes dan diabetes melitus tipe 2. Selanjutnya ada beberapa faktor yang tidak dapat dimodifikasi (diubah) diantaranya usia seiring meningkatnya usia resiko seseorang untuk menderita diabetes juga akan meningkat, jenis kelamin terutama pada wanita dilihat secara fisik memiliki peluang yang lebih tinggi dari pada pria untuk terjadinya peningkatan IMT, selanjutnya ada riwayat keluarga menyebabkan peningkatan resiko menderita diabetes melitus (Widiasari dkk, 2021)

5. Gejala diabetes melitus

Diabetes melitus umumnya disebabkan oleh faktor genetik dan gaya hidup seseorang, namun selain itu faktor lingkungan sosial juga sangat berpengaruh pada keadaan fisik seseorang. Diabetes melitus dapat mempengaruhi beberapa organ tubuh manusia dalam jangka waktu tertentu yang biasa disebut dengan komplikasi. Komplikasi dari penyakit diabetes melitus dapat dibagi menjadi dua yaitu komplikasi mikrovaskular yaitu keadaan dimana terjadinya kerusakan sistem saraf (*neuropati*), kerusakan system ginjal (*nefropati*), dan kerusakan mata (*retinopat*), selanjutnya ada komplikasi makrovaskular yaitu masalah pada pembuluh darah besar, komplikasi ini meliputi penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit arteri perifer (Lestari dkk, 2021). Penderita diabetes melitus tipe 2 tahap awal tidak menunjukkan adanya gejala yang spesifik, berikut gejala umum yang biasa dijumpai pada pasien diabetes melitus tahap awal yaitu keadaan dimana seseorang memiliki rasa haus yang meningkat (*polydipsia*) keadaan dimana rasa haus karena air meningkat disebabkan oleh air dan elektrolit dalam tubuh berkurang, gejala lainnya yaitu rasa lapar yang meningkat (*polifagia*) disebabkan karena glukosa dalam jaringan berkurang, volume urin meningkat (*polyuria*) yaitu keadaan meningkatnya singkataginjal sehingga volume urin meningkat, sering kelelahan karena gangguan pemanfaatan CHO sehingga mudah kelelahan dan hilangnya jaringan tubuh walaupun asupan makanan yang dikonsumsi normal ataupun meningkat dari biasanya, berat badan yang menurun drastic dikarenakan keadaan tubuh kehilangan cairannya kemudian jaringan otot dan lemak diubah menjadi energi, gejala lain yang mungkin ditimbulkan yaitu pengelohatan yang mulai hilang atau buram, sering kram, dan munculnya penyakit infeksi *candidiasis* (Hardianto, 2020).

6. Patofisiologi diabetes melitus

Diabetes melitus tipe 1 akan ditandai dengan rusaknya sel-sel yang menghasilkan insulin, hal ini terjadi dikarenakan adanya autoimun pada organ pankreas oleh sel T (*CD4+* dan *CD8+*) dan juga makrofag. Karakteristik penyakit diabetes melitus tipe 1 sebagai penyakit autoimun antara lain adanya sel imuno dan asosiasi di dalam sel pankreas dan adanya autoantibodi yang spesifik dalam sel pancreas, adanya perubahan imunoregulasi yang dimediasi oleh sel T, adanya keterlibatan monokin dan sel TH1 untuk memproduksi interleukin dalam proses suatu penyakit, respon terhadap imunoterapi, sering terjadinya suatu penyakit autoimun yang spesifik pada organ pada individu atau keluarganya. Sekitar 85% pasien dengan diabetes melitus tipe 1 memiliki antibodi sel islet pankreas yang bersirkulasi dan mayoritas memiliki antibodi yang mampu dideteksi sebelum menerima terapi penggunaan insulin.

Pada pasien diabetes melitus tipe 2 terjadi dikarenakan adanya resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin karena gangguan dari sel β . Tanda dari seseorang mengalami resistensi insulin yaitu berkurangnya kemampuan insulin untuk menyeimbangkan kadar glukosa darah di dalam tubuh karena berkurangnya sensitivitas jaringan sehingga produksi insulin mengalami peningkatan oleh sel β . *Hyperinsulinemia* dan resistensi insulin mengakibatkan gangguan toleransi glukosa, sehingga sel islet akan meningkatkan jumlah dari insulin yang disekresi untuk mencegah terjadinya sekresi insulin. Pada umumnya pasien diabetes melitus tipe 2 ini memiliki berat badan yang berlebih atau biasa disebut dengan obesitas sehingga insulin tidak dapat bekerja dengan baik dalam tubuh dikarenakan lemak dalam tubuh yang tertimbun terlalu banyak dan mengakibatkan produksi insulin yang

banyak. Diabetes melitus tipe 2 sering tidak terdiagnosis karena hiperglikemia yang dialami seseorang tidak terlalu parah untuk menunjukkan gejala awal seseorang terkena diabetes melitus (Hardianto, 2020).

7. Pencegahan diabetes melitus

Kadar gula darah dalam tubuh dapat dikontrol melalui gaya hidup sehat, gaya hidup sehat yang dimaksudkan antara lain melakukan aktifitas fisik seperti latihan jasmani, pengaturan diet, mengurangi konsumsi rokok harian, dan mengurangi konsumsi alkohol (Suharyanta dkk, 2024). Penyakit diabetes melitus dapat menyebabkan berbagai komplikasi yang dapat ditimbulkan diantaranya yaitu gangguan pengelihan mata, penyakit katarak, gangguan jantung, gangguan fungsi ginjal, impotensi seksual, kesulitan pada penyembuhan suatu luka. Diabetes melitus dapat dicegah dengan 3 cara pencegahan yaitu pencegahan primer, pencegahan sekunder, dan pencegahan primer. Pencegahan primer adalah salah satu pencegahan yang pada seseorang yang belum terkena diabetes melitus tetapi memiliki potensi yang tinggi untuk terdiagnosis, pencegahan sekunder yaitu pencegahan yang dilakukan untuk mendeteksi dini dan memberikan pengobatan sejak awal, dan terakhir pencegahan tersier yaitu pencegahan yang karena terjadinya kecacatan lebih lanjut dan melakukan perawatan lebih lanjut sebelum kecacatan tersebut menetap (Supardi dkk, 2023).

B. Glukosa

1. Pengertian glukosa

Glukosa dalam darah atau gula dalam darah adalah suatu pengertian yang menjelaskan tentang kandungan glukosa yang ada di dalam darah seseorang. Pemeriksaan glukosa darah adalah suatu pemeriksaan yang digunakan untuk memantau kadar gula dalam darah seseorang, hal ini berguna untuk mendiagnosa seseorang menderita diabetes meelitus. Gula dalam darah seseorang diperlukan oleh otak untuk system kerjanya, dibutuhkan oleh system saraf, dan jaringan- jaringan tubuh lainnya. Gula yang berada di dalam tubuh seseorang dihasilkan oleh makanan yang mengandung karbohidrat, protein, dan juga lemak, jika gula dalam darah seseorang tinggi maka ada gangguan pada fungsi pancreas pada saat menghasilkan insulin. Selain itu, ada beberapa faktor lain yang menyebabkan terjadinya peningkatan kadar gula darah yaitu asupan gula harian yang berlebih, stress yang berlebihan, dan kurangnya aktifitas fisik. (Fithria dan La Ode Ahmad, 2022).

Glukosa yang dihasilkan dari makanan yang mengandung karbohidrat yang mengandung monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Karbohidrat akan diubah menjadi glukosa di dalam hati dan seterusnya berfungsi untuk pembentukan energi di dalam tubuh. Glukosa yang disimpan di dalam tubuh berupa glikogen disimpan pada plasma darah. Kadar glukosa dipengaruhi oleh hormon insulin dan juga hormon glucagon yang berasal dari organ pankreas. Kadar glukosa dalam darah dipengaruhi oleh dua faktor diantaranya faktor endogen dan faktor eksogen. Faktor endogen (faktor humoral) seperti insulin, *glucagon*, dan kortisol yang berfungsi

sebagai sistem reseptor pada sel hati dan otot. Selanjutnya faktor eksogen seperti jumlah makanan dan jenis makanan yang dikonsumsi (Rosares dan Boy, 2021).

Selain glukosa yang dikenal sebagai gula dalam darah, terdapat jenis gula lain yaitu fruktosa dan galaktosa. Meskipun demikian, kadar glukosa dalam darah hanya diatur oleh insulin dan leptin. Glukosa dalam darah tinggi dan interaksi yang berkepanjangan dapat menyebabkan masalah seperti retinopati, penyakit ginjal, penyakit jantung koroner, stroke, dan gangguan pembuluh darah besar lainnya seperti gangren. Masalah diabetes dapat dipengaruhi oleh berbagai organ dan jaringan, termasuk pada kerusakan ginjal yang disebabkan oleh keberadaan albumin dalam urin karena penurunan filtrasi glomerulus ginjal dan gangguan fungsi sistem kekebalan tubuh. Kadar glukosa darah tinggi dapat menyebabkan peningkatan radikal bebas pada sel-sel tubuh tertentu, termasuk peningkatan neutrophil (Rahmawati dkk, 2023)

2. Parameter pemeriksaan glukosa

a. Glukosa darah puasa

Glukosa darah puasa adalah kadar glukosa yang diukur setelah pasien melakukan puasa minimal 8 jam. Pada pemeriksaan ini digunakan untuk skrining dan diagnosis awal gangguan toleransi glukosa serta diabetes melitus. Glukosa darah puasa merupakan indikator status metabolik jangka pendek yang sering dipakai untuk menentukan kontrol glikemik. Kadar glukosa darah puasa meningkat disebabkan oleh hormon *glucagon* dan insulin untuk mengontrol glukosa darah. Pemeriksaan glukosa darah puasa dilakukan jika seseorang sudah melakukan puasa selama 8-10 jam sebelum pemeriksaan. Puasa sebelum pemeriksaan glukosa darah

puasa tidak boleh dilakukan kurang dari 8 jam dan lebih dari 10 jam, jika melakukan puasa kurang dari 8 jam akan menyebabkan hasil pemeriksaan glukosa darah puasa menjadi tinggi, sedangkan jika melebihi 10 jam maka akan mengakibatkan kadar glukosa darah rendah karena tubuh terlalu lama tidak mendapatkan glukosa dari luar (Kamil dkk, 2022). Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2020), kadar glukosa darah puasa normal berada pada rentang <100 mg/dL, pre-diabetes pada rentang 100-125 mg/dL, dan diabetes melitus ≥ 126 mg/dL.

b. Glukosa darah sewaktu

Glukosa darah sewaktu adalah kadar glukosa darah sewaktu yang diukur melalui pengambilan sampel vena seseorang yang dilakukan seseorang tanpa melakukan puasa dengan mencatat waktu makan terakhir sebelum pengambilan darah, glukosa darah sewaktu ini umumnya digunakan untuk skrining cepat, monitoring kondisi akut misalnya gejala hiperglikemia atau hipoglikemia, dan penilaian awal layanan primer. Kadar glukosa darah sewaktu bisa dikatakan berada pada rentang tinggi yaitu >200 mg/dL pada pasien dengan gejala dapat mengidentifikasi diabetes. Nilai kadar glukosa darah sewaktu dapat dikatakan rendah jika berada pada nilai rentang <70 mg/dL menunjukkan gejala hipoglikemia (Sumakul dkk, 2022).

c. 2 Jam PP atau Postprandial

Pemeriksaan glukosa darah 2 jam pp atau pemeriksaan 2 jam postprandial adalah pemeriksaan glukosa darah dua jam setelah seseorang makan standar. Parameter pemeriksaan ini berfungsi untuk menilai kontrol glukosa darah pasca-prandial yang memiliki hubungan dengan resiko kardiometabolik dan kualitas

kontrol diabetes jangka pendek. Pemeriksaan glukosa darah 2 jam pp memiliki tujuan sebagai pembandingan kadar glukosa dengan kadar glukosa setelah puasa 8-10 jam apakah memiliki perbedaan rentang atau tidak (Ellies, 2017). Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara sampel darah pasien puasa diambil kemudian setelah itu pasien diminta untuk makan seperti biasa, setelah 2 jam sampel darah akan diambil kembali kemudian diukur untuk mengevaluasi respon tubuh terhadap asupan glukosa yang dikonsumsi. Nilai normal kadar glukosa 2 jam pp yaitu <140 mg/dL, pre diabetes $140-199$ mg/dL, dan diabetes >200 mg/dL (Purwaningsih dkk, 2025).

d. HbA1c

Pemantauan status metabolik pasien diabetes melitus merupakan suatu hal yang penting, salah satunya pemantauan glukosa darah dengan pengukuran HbA1c. HbA1c merupakan ikatan dari molekul glukosa pada hemoglobin secara non-enzimatik yang melalui proses glikasi post translasi. Hemoglobin yang sudah terglykasi terlihat pada beberapa asam amino HbA yang terdiri dari HbA1a, HbA1b, dan HbA1c, komponen yang memiliki peran terpenting dari ketiga komponen diatas pada penyakit diabetes melitus adalah HbA1c. parameter ini bertujuan untuk patokan utama untuk mengendalikan penyakit diabetes melitus karena dapat menggambarkan kadar glukosa darah dalam rentang waktu 1-3 bulan, hal ini dikarenakan usia sel darah merah yang terikat oleh molekul glukosa adalah 120 hari (Amran dan Rahman, 2018). Kelebihan dari pemeriksaan ini yaitu memiliki indeks paparan dari glukosa keseluruhan yang lebih baik dan dapat menilai komplikasi jangka panjang, relatif tidak terpengaruhi oleh suatu keadaan akut, dapat digunakan untuk petunjuk dan penyesuaian terapi, dapat dilakukan kapan saja dan tidak

membutuhkan puasa atau syarat khusus, dan merupakan salah satu jenis pemeriksaan yang dapat digunakan untuk diagnosis dan penilaian control glikemik. Nilai normal pemeriksaan HbA1c pada pasien normal yaitu $<5,7\%$, pre-diabetes $5,7-6,4\%$, dan pasien diabetes melitus $>6,5\%$ (Wulandari dan Adelina, 2020).

C. Trigliserida

1. Pengertian trigliserida

Trigliserida adalah lemak yang ada di dalam makanan memiliki peran dalam proses transport dan penyimpanan lemak di dalam tubuh. Trigliserida umumnya digunakan sebagai sumber penyimpanan energi oleh tubuh bagi proses metabolik, kadar trigliserida dapat meningkat pada ambang batas normal biasanya disebut dengan kondisi *hypertrigliserida* dan *hyperlipidemia*. Kondisi ini terjadi dikarenakan oleh faktor resiko dari penyakit jantung koroner. Peningkatan kadar trigliserida dapat ditemukan pada kasus pasien diabetes melitus dan kondisi obesitas (Mukharomah dan Apriani, 2022). Tubuh menghasilkan trigliserida yang menyebar pada aliran darah dan organ tubuh lainnya, kadar trigliserida di dalam tubuh akan terus meningkat jika makanan yang dikonsumsi lebih banyak kalori dibanding kalori yang dibutuhkan oleh tubuh. Trigliserida terdiri dari gliserin dan 3 molekul asam lemak yang dikandung dalam lemak dan makanan alami. Sintesis gliserol-3 fosfat dan asil-KoA terjadi selama proses pembentukan trigliserida, tetapi gliserol kinase tidak ada pada jaringan adiposa sehingga menyebabkan gliserol tidak dapat menghasilkan gliserol-3-fosfat secara langsung. Hal ini menyebabkan glikolisis yaitu suatu proses yang dibutuhkan tubuh untuk menghasilkan gliserol dari glukosa. Lipase menghidrolisis trigliserida dan

menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol, gliserol yang kemudian dihasilkan diserap oleh aliran darah yang kemudian digunakan oleh berbagai jaringan (Chrsityawardani dkk, 2024). Pedoman Tatalaksana Dislipidemia Kementerian Kesehatan RI (2020) mengklasifikasikan kadar trigliserida yaitu normal <150 mg/dL, batas tinggi 151-199 mg/dL, tinggi 200-499 mg/dL, dan sangat tinggi ≥ 500 mg/dL.

2. Metabolisme trigliserida

Jalur metabolisme trigliserida dibagi menjadi 2 jalur yaitu jalur eksogen dan juga jalur endogen. Jalur endogen merupakan trigliserida yang bersumber dari makanan dalam usus dikemas sebagai kilomikron, kemudian kilomikron ini diangkut dalam darah melalui *ductus torasikus*. Pada jaringan lemak, trigliserida dan kilomikron ini akan mengalami hidrolisis oleh *lipoprotein lipase* yang terdapat pada permukaan sel endotel, akibatnya akan terbentuk asam lemak dan kilomikron remnant. Asam lemak bebas akan menembus endotel dan masuk ke dalam jaringan lemak atau sel otot untuk diubah menjadi trigliserida. Kemudian pada jalur endogen, trigliserida akan disintesis oleh hati kemudian diangkut secara endogen dalam bentuk VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) yang mengandung trigliserida dan mengalami hidrolisis dalam sirkulasi oleh lipoprotein yang lebih kecil yaitu IDL (*Intermediate Density Lipoprotein*) dan LDL (*Low Density Lipoprotein*). LDL merupakan lipoprotein yang mengandung kolesterol dengan jumlah paling banyak (Salim dkk, 2021).

D. Hubungan Kadar Glukosa Darah Puasa dengan Trigliserida

Diabetes melitus merupakan suatu gangguan metabolik kronis yang dapat ditandai dengan terjadinya gangguan hiperglikemia yang disebabkan oleh sekresi insulin dan resistensi insulin, hal ini dapat mempengaruhi metabolisme lemak, termasuk juga peningkatan kadar trigliserida dalam darah. Ketidakseimbangan kadar glukosa ini menyebabkan peningkatan *lipolysis* pada jaringan adiposa yang berfungsi menghasilkan asam lemak bebas, sehingga hati meningkatkan sintesis trigliserida dan VLDL (Hikmah dkk, 2022). Kadar glukosa darah puasa tinggi umumnya memiliki kadar profil lipid yang tidak normal termasuk juga kadar trigliserida yang meningkat. Terjadinya resistensi insulin tidak hanya mengganggu regulasi glukosa, namun juga mempengaruhi peningkatan aktivitas *lipogenic* hati yang memicu peningkatan kadar trigliserida (Putri dkk, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Soethama dkk (2020) di RSUP Sanglah Bali menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif yang signifikan antara kadar glukosa darah puasa dengan kadar trigliserida pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$) dan kekuatan korelasi sedang ($r = 0,521$). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kadar glukosa darah puasa, maka semakin tinggi pula kadar trigliserida dalam darah. Sejalan dengan penelitian tersebut, Lala dkk (2025) dalam penelitiannya di RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara menemukan adanya hubungan yang signifikan antara kadar glukosa darah puasa dengan kadar trigliserida pada pasien diabetes melitus tipe 2 dengan hasil uji korelasi $p = 0,033$ ($p < 0,05$) dan nilai $r = 0,290$ dengan arah korelasi positif dan kekuatan korelasi rendah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan kadar glukosa darah puasa berbanding lurus dengan peningkatan kadar trigliserida. Kadar

glukosa darah puasa dengan kadar trigliserida memiliki hubungan yang konsisten dikarenakan mekanisme yang mendasarinya yang melibatkan resistensi insulin, peningkatan lipolisi, dan peningkatan sintesis trigliserida pada hati. Pengendalian kadar glukosa darah dapat berperan penting untuk mencegah terjadinya komplikasi dan menurunkan resiko terjadinya dislipidemia dan penyakit kardiovaskular lainnya. (Melytania dkk, 2023).

E. Metode Pemeriksaan Laboratorium

1. Metode dan prinsip pemeriksaan glukosa darah puasa

Pemeriksaan glukosa darah puasa merupakan suatu pemeriksaan laboratorium dasar yang dilakukan rutin digunakan untuk skrining, diagnosis, dan pemantauan pasien dengan penyakit diabetes melitus tipe 2. Prinsip dari pemeriksaan ini yaitu pemeriksaan glukosa darah puasa mengukur konsentrasi gula atau glukosa yang ada di dalam sampel baik berupa *whole blood*, plasma, atau serum seseorang dengan menggunakan reaksi enzimatik yang menghasilkan produk terukur yang proposional terhadap konsentrasi gula atau glukosa (Yusuf dkk, 2023). Tiga metode yang digunakan pada pemeriksaan glukosa darah puasa diantaranya :

a. Metode heksokinase

Metode ini merupakan *reference method* pada beberapa laboratorium dikarenakan akurasi dan spesifisitasnya. Prinsip dari metode ini adalah enzim heksikinase memfosforilasi glukosa menjadi glukosa-6fosfat, yang kemudian akan dioksidasi oleh glukosa-6-fosfat *dehydrogenase* menjadi NADH. NADH meningkat diukur secara spektrofotometrik pada Panjang gelombang tertentu dan

besaran perubahan absorbansinya akan berbanding lurus dengan konsentrasi glukosa (Kusuma dkk, 2021).

b. Metode GOD-POD (*Semi automatic analyzer*)

pada metode pemeriksaan glukosa darah puasa ini enzim glukosa oksidase (GOD) akan mengoksidasi substrat beta-D-Glukosa diubah menjadi senyawa asam glukonat dan hydrogen peroksida. Kemudian enzim peroksidase ini akan bereaksi dengan hydrogen peroksida tersebut yang akan melepaskan unsur oksigen yang telah dibentuk. Senyawa dari oksigen tersebut akan berikatan dengan senyawa 4-aminoantipyrine dan fenol untuk membentuk senyawa yang *quinoneimine*. Hasil akhir dari senyawa tersebut akan diukur intensitas warnanya menggunakan alat kolorimetri pada 530nm kemudian dibandingkan dengan standar yang diperlakukan sama (Yusuf dkk, 2023).

c. Metode POCT (*Point Care of Testing*)

Pemeriksaan glukosa darah metode POCT adalah pemeriksaan glukosa darah yang menggunakan enzim *glucose dehydrogenase* dalam penetapan kadar glukosa darah, pemeriksaan ini menggunakan sampel darah kapiler. Prinsip pemeriksaan ini adalah berdasarkan teknik deteksi elektrokimia, arus Listrik yang dihasilkan akan diubah menjadi *detector* menjadi suatu sinyal listrik yang dapat diterjemahkan sesuai dengan kadar glukosa yang terkandung dalam sampel. Prinsip dari pemeriksaan glucometer adalah enzim glucose dehydrogenase pada strip uji mengkonversi glukosa di dalam sampel darah ke glukolakton, reaksi ini menciptakan arus listrik yang terdeteksi oleh *glucometer* (Wulandari dkk, 2024).

2. Metode dan prinsip pemeriksaan trigliserida

Trigliserida adalah bentuk utama dari lemak yang disimpan dalam jaringan adiposa dan bersirkulasi dengan plasma menjadi bagian dari lipoprotein. Dalam pemeriksaan laboratorium, trigliserida pengukurannya melalui proses biokimia yang menghasilkan senyawa berwarna, dengan intensitas yang sebanding dengan konsentrasi trigliserida dalam sampel darah. Prinsip yang digunakan yaitu metode GPO-PAP (*Glycerol-3-Phosphate Oxidate – Phenol Aminophenazone / Peroxidase*) yang bereaksi dengan tahapan hidrolisis trigliserida oleh lipoprotein lipase atau lipase sehingga membentuk gliserol dan asam lemak, kemudian fosforilasi gliserol oleh *glycerol kinase* (GK) yang menghasilkan gliserol 3 *fosfat* dan ADP dan *hydrogen peroksida*. *Hydrogen peroksida* kemudian bereaksi dengan 4-*aminoantipirin* dan *p-klorofenol* di bawah katalisis *enzim peroksidase* (POD), hasilnya yaitu menghasilkan senyawa berwarna merah yang bernama *kuinonimin*. Warna yang terbentuk kemudian diukur secara fotometrik pada panjang gelombang 500-550 nm yang berbanding lurus dengan konsentrasi trigliserida dalam sampel. (Putri dkk, 2024).