

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes Melitus merupakan penyakit metabolik yang terjadi oleh interaksi berbagai faktor: genetik, imunologik, lingkungan dan gaya hidup. Diabetes mellitus adalah suatu kumpulan gejala yang timbul pada seseorang yang disebabkan oleh adanya peningkatan kadar glukosa darah akibat penurunan sekresi insulin progresif dilatar belakangi oleh resistensi insulin. Diabetes Melitus (DM) juga merupakan sekelompok gangguan metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar glukosa darah secara kronis akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Insulin adalah hormon yang dihasilkan oleh sel β pankreas dan berfungsi mengatur metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein dengan cara memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel untuk digunakan sebagai sumber energi. Ketika produksi insulin berkurang atau sel tubuh tidak merespons insulin dengan baik, kadar glukosa dalam darah akan meningkat (*American Diabetes Association, 2022*).

Menurut *World Health Organization* (WHO, 2021), Diabetes Melitus dikategorikan sebagai penyakit kronik yang berkembang secara progresif dan dapat menyebabkan berbagai komplikasi sistemik jika tidak ditangani dengan baik. Diabetes Melitus termasuk salah satu penyakit tidak menular (PTM) dengan prevalensi tinggi di seluruh dunia, bahkan disebut sebagai epidemi global karena jumlah kasusnya terus meningkat setiap tahun. Kondisi hiperglikemia kronik

yang dialami pasien dapat berdampak pada kerusakan jaringan tubuh, terutama pembuluh darah, saraf, ginjal, dan retina.

Diabetes sering disebut sebagai induk dari segala penyakit karena sifatnya yang dapat menyerang siapa saja dan menyebabkan komplikasi serius di seluruh tubuh. Penyakit metabolik kronis ini dapat memicu beragam masalah kesehatan, mulai dari penyakit jantung, stroke, gagal ginjal, hingga infeksi parah khususnya pada kaki yang berisiko berujung pada amputasi dan bahkan kematian (Tandra, 2020). Diabetes Melitus merupakan penyakit tidak menular yang ditandai dengan kadar gula darah tinggi (hiperglikemia) yang berlangsung selama bertahun-tahun. Kondisi ini terjadi karena hormon insulin yang berperan mengatur gula darah tidak dapat diproduksi atau digunakan oleh tubuh secara efektif untuk menjaga keseimbangan kadar gula dalam darah (Febrinasari dkk., 2020).

Diabetes melitus disebut sebagai *non communicable disease* merupakan penyakit tidak menular yang sering diderita oleh masyarakat pada saat ini. Penyakit ini ditandai dengan tingginya kadar glukosa dalam darah yang nilainya melebihi nilai normal. Gejala klasik dari penderita diabetes meliputi polifagi, poliuri, dan polidipsi. Penyakit diabetes mellitus ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yakni jenis kelamin, status perkawinan, tingkat pendidikan, pekerjaan, aktivitas fisik, kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, indeks masa tubuh, lingkaran pinggang, dan umur. Pengobatan dari Diabetes Melitus yakni meliputi perubahan gaya hidup serta obat-obatan yang diberikan dari resep dokter (Sagita dkk., 2021).

2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Menurut Tandra (2020), Diabetes Melitus (DM) secara umum diklasifikasikan menjadi empat kategori utama.

a. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes tersebut terjadi ketika pankreas gagal memproduksi insulin yang cukup, atau bahkan sama sekali tidak memproduksinya, menyebabkan penumpukan glukosa dalam aliran darah karena sel tidak dapat menyerapnya. Kondisi ini sering didiagnosis pada usia anak-anak atau remaja, berkembang pesat, dan memerlukan suntikan insulin segera untuk menghindari koma.

b. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 adalah jenis yang paling umum, meliputi 90-95% kasus, meskipun saat ini juga dapat muncul pada anak-anak. Pada DM Tipe 2, meskipun pankreas masih menghasilkan insulin, kualitas atau fungsinya buruk, yang juga mengakibatkan peningkatan kadar gula darah. Pasien umumnya mengelola kondisi ini melalui obat oral (tablet) untuk meningkatkan fungsi insulin dan mengatur kadar glukosa yang diproses oleh hati.

c. Diabetes Gestasional

Kategori yang ketiga adalah Diabetes Gestasional yang berkembang selama kehamilan, biasanya terdeteksi pada trimester kedua atau ketiga, dan dipicu oleh hormon kehamilan yang menyebabkan resistensi insulin.

d. Diabetes Tipe Lain

Diabetes Tipe Lain atau diabetes sekunder, yang merupakan kondisi diabetes yang muncul sebagai komplikasi dari penyakit lain, atau dipicu oleh faktor-faktor seperti gangguan kelenjar adrenal atau hipofisis, malnutrisi, infeksi, atau

penggunaan obat-obatan tertentu (misalnya, kortikosteroid, obat antihipertensi, atau antikolesterol). Tipe diabetes ini mengganggu produksi atau kerja insulin di dalam tubuh.

3. Etiologi Diabetes Melitus

Beberapa keadaan dibawah ini dapat menyebabkan timbulnya penyakit Diabetes melitus menurut (Tandra, H. 2020), adalah sebagai berikut:

a. Usia

Masuk usia lanjut, diabetes pasti akan muncul jika tubuh terus dipenuhi dengan makanan berkalori tinggi atau menu karbohidrat. Ini karena kemampuan insulin dan pankreas melemah.

b. Ras atau etnis

Diabetes lebih sering didiagnosis pada orang berkulit hitam daripada orang berkulit putih. Orang Asia juga lebih rentan terhadap diabetes.

c. Gaya hidup

Tidak sarapan makan hingga larut malam, tidak bisa tidur jika makan makanan berat, gemar merokok, kurang bergerak, dan menjadi gemuk. Semua hal ini dapat menyebabkan resistensi insulin, yang dapat menyebabkan diabetes. Lebih dari 80 persen orang gemuk akan mengalami diabetes. Selain itu, risiko terkena sakit jantung atau stroke meningkat sebanyak dua hingga empat kali lipat. Semakin banyak lemak yang tertimbun di perut, insulin menjadi lebih sulit untuk bekerja, yang menyebabkan peningkatan gula darah menjadi lebih mudah.

d. Obat-obatan steroid

Penderita asma atau rematik yang sering mengonsumsi steroid memiliki efek counter-insulin, yang menyebabkan gula darah naik. Dengan cara yang serupa, beberapa obat, seperti penekatan beta dan diuretik, obat tuberkulosa (INH), obat asma (salbutamol dan terbutaline), obat HIV (pentamidin, protease inhibitor), dan obat menurunkan kolesterol (niacin).

e. Infeksi pada pankreas

Diabetes dapat disebabkan oleh pankreatitis atau penyakit yang menyerang kelenjar hipofisis seperti akromegali.

f. Kehamilan

Diabetes dapat terjadi pada 2-5% wanita hamil.

g. Keturunan

Jika seseorang dalam keluarganya menderita diabetes, anggota keluarga yang lain juga berisiko menderita diabetes.

h. Stres

Dalam situasi ini menyebabkan hormon counter insulin, yang bekerja berlawanan dengan insulin, menjadi lebih aktif, menyebabkan peningkatan gula darah.

4. Faktor risiko Diabetes Melitus

Faktor risiko yang tidak dapat diubah meliputi usia, jenis kelamin, dan faktor keturunan (Rovy, 2018). Risiko DM Tipe II cenderung meningkat secara signifikan setelah seseorang mencapai usia ≥ 45 tahun, di mana individu pada kelompok usia ini lebih sering didiagnosis DM dibandingkan mereka yang berusia ≤ 45 tahun (Rini & Halim, 2018). Meskipun mekanisme pasti hubungan antara jenis

kelamin dan DM belum sepenuhnya jelas, dilaporkan bahwa banyak penderita DM di Amerika Serikat adalah perempuan (Ujani, 2016).

Diabetes Melitus bukanlah penyakit menular, tetapi dapat diturunkan secara genetik seseorang memiliki risiko yang jauh lebih besar untuk mengidap DM jika memiliki riwayat keluarga kandung, seperti orang tua atau saudara kandung, yang menderita penyakit ini. Penelitian bahkan menunjukkan bahwa riwayat keluarga DM dapat meningkatkan risiko seseorang menderita DM Tipe II hingga 4 kali lebih besar (Rini & Halim, 2018).

5. Gejala dan tanda Diabetes Melitus

Tanda utama dari Diabetes Melitus (DM) ditandai dengan kondisi hiperglikemia, yaitu suatu keadaan di mana kadar glukosa dalam darah seseorang melebihi batas normal yang diperbolehkan. Hiperglikemia ini dapat disebabkan oleh dua mekanisme utama: jumlah insulin yang kurang atau kondisi resistensi insulin, yang mengindikasikan bahwa kualitas insulin yang dihasilkan tidak berfungsi dengan baik (Soliman dkk., 2020). Pada kasus resistensi insulin, meskipun hormon insulin dan reseptor insulin tersedia, terjadi kelainan pada sel-sel organ. Kelainan ini menghambat masuknya glukosa ke dalam sel organ untuk digunakan sebagai energi atau "dibakar." Sebagai dampaknya, glukosa tetap tertahan di dalam pembuluh darah, yang menyebabkan peningkatan konsentrasinya dalam aliran darah (hiperglikemia). Gejala Diabetes Melitus (DM) terbagi menjadi manifestasi akut dan kronis. Pada fase akut, tanda-tanda klasik yang dialami pasien meliputi polifagi (makan banyak), polidipsi (minum berlebihan), dan poliuri (sering buang air kecil, terutama malam hari). Meskipun nafsu makan meningkat, pasien sering mengalami penurunan berat badan yang cepat dalam

waktu 2-4 minggu, serta sering merasa lelah. Sementara itu, pada keadaan kronis, pasien mungkin merasakan gejala terkait komplikasi saraf dan pembuluh darah, seperti kesemutan, sensasi kulit panas (seperti tertusuk jarum), kram/kebas, mudah mengantuk, penurunan penglihatan, dan pada pria, dapat terjadi penurunan kualitas fungsi seksual (GINA, 2021).

6. Patofisiologi Diabetes Melitus

Patofisiologi terjadinya Diabetes Melitus (DM) Tipe 2 melibatkan dua kondisi utama: resistensi insulin dan disfungsi sel beta β pankreas. Penyebab awal DM Tipe 2 adalah resistensi insulin, yaitu kegagalan sel-sel sasaran insulin untuk merespons hormon insulin secara normal. Kondisi resistensi insulin ini sering kali dipicu oleh faktor-faktor seperti obesitas, rendahnya aktivitas fisik, dan penambahan usia. Akibat resistensi, produksi glukosa oleh hati (glukosa hepatik) pada penderita DM Tipe 2 melebihi batas normal (Fatmona, F. A., Permana, D. R., & Sakurawati, A., 2023).

Meskipun demikian, pada tahap awal tidak terjadi kerusakan autoimun pada sel β Langerhans, dan penurunan fungsi insulin yang terjadi bersifat relatif, bukan absolut. Pada awal perkembangan DM Tipe 2, sel β pankreas menunjukkan adanya gangguan pada sekresi insulin fase pertama. Hal ini menandakan kegagalan sekresi insulin dalam mengompensasi resistensi insulin yang terjadi. Apabila kondisi ini tidak ditangani dengan baik, akan terjadi kerusakan progresif pada sel β pankreas. Kerusakan yang progresif ini pada akhirnya menyebabkan defisiensi insulin, yang mengakibatkan penderita membutuhkan suplai insulin dari luar (eksogen).

Oleh karena itu, penderita DM Tipe 2 umumnya memiliki kombinasi kedua faktor patofisiologi ini: resistensi insulin dan defisiensi insulin (Fatmona, F. A., Permana, D. R., & Sakurawati, A., 2023).

7. Pencegahan Diabetes Melitus

Perilaku pencegahan Diabetes Melitus (DM) melibatkan beberapa aspek penting seperti pola makan sehat, aktivitas fisik yang cukup, dan pemeriksaan kesehatan rutin. Studi menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan masyarakat mengenai faktor risiko dan cara pencegahan DM sangat memengaruhi tindakan preventif yang mereka ambil (Setiawan & Pratama, 2020). Selain pengetahuan, sikap masyarakat juga memainkan peran krusial, karena sikap memengaruhi keputusan seseorang dalam melaksanakan upaya pencegahan DM (Sofyanti dkk., 2022).

Faktor penting lainnya yang memengaruhi kepatuhan terhadap perilaku pencegahan adalah dukungan dari keluarga dan lingkungan sekitar. Penelitian oleh Wulandari & Nugroho (2019) menggarisbawahi bahwa individu yang menerima dukungan keluarga cenderung lebih disiplin dalam menjalankan gaya hidup sehat. Namun, dukungan ini sering kali belum optimal, terutama dalam keluarga yang memiliki keterbatasan pengetahuan kesehatan. Secara keseluruhan, keberhasilan pencegahan DM sangat bergantung pada interaksi berkelanjutan dan kolaborasi antara penyedia layanan kesehatan dan masyarakat. Melalui interaksi ini, terjadi pertukaran informasi yang pada akhirnya akan meningkatkan perilaku preventif dan derajat kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

B. Glukosa

1. Pengertian Glukosa

Glukosa adalah karbohidrat paling penting dan merupakan sumber energi utama bagi tubuh. Glukosa sering didapatkan dari pemanis seperti gula dan madu yang ditambahkan pada makanan dan minuman. Penting untuk memperhatikan Indeks Glikemik (IG) karbohidrat yang dikonsumsi: karbohidrat ber-IG rendah hanya menyebabkan sedikit peningkatan kadar gula darah, sementara karbohidrat ber-IG tinggi akan memicu peningkatan glukosa darah yang signifikan. Gula sendiri mengandung sukrosa, yang termasuk dalam kategori disakarida. Konsumsi gula harus dibatasi; disarankan bagi perempuan untuk tidak mengonsumsi lebih dari 25 gram per hari, dan laki-laki tidak lebih dari 37,5 gram per hari. Konsumsi gula yang berlebihan meningkatkan risiko masalah kesehatan serius seperti obesitas dan Diabetes Melitus (DM). Oleh karena itu, penting untuk menjaga keseimbangan antara jumlah karbohidrat yang diasup dengan energi yang dikeluarkan tubuh (Novrian, 2019).

Ketidakseimbangan ini dapat menimbulkan gangguan kadar glukosa darah. Konsumsi karbohidrat atau glukosa yang berlebihan dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah yang disebut hiperglikemia (Rahmi Aginta Ulfah, 2020). Gejala awal hiperglikemia meliputi rasa haus yang meningkat, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, dan gangguan penglihatan. Sebaliknya, kekurangan asupan karbohidrat atau glukosa dapat menyebabkan kadar glukosa darah rendah, yang dikenal sebagai hipoglikemia. Baik hiperglikemia maupun hipoglikemia juga dapat dipengaruhi oleh gaya hidup seseorang (Napitupulu, 2022).

Resistensi insulin mengganggu fungsi normalnya dalam mengatur metabolisme glukosa di sel otot, jaringan lemak, dan hati. Akibatnya, sel beta pankreas terpaksa bekerja lebih keras untuk meningkatkan produksi insulin demi mengimbangi penurunan sensitivitas sel terhadap hormon tersebut. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama, sel beta pankreas dapat mengalami kelelahan dan penurunan fungsi, yang berkontribusi pada perkembangan Diabetes Melitus tipe 2 (k, P. 2019).

2. Metabolisme glukosa

Glukosa darah berperan sebagai bahan bakar utama untuk metabolisme dan merupakan sumber energi vital bagi otak. Gula ini berasal dari karbohidrat makanan, yang kemudian disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Glukosa adalah sumber energi bagi sebagian besar fungsi sel dan jaringan. Meskipun asam lemak dapat dimetabolisme untuk energi alternatif, jalur ini kurang efisien dibandingkan pembakaran langsung glukosa dan dapat menghasilkan metabolit asam yang berpotensi berbahaya. Pada individu yang sehat, mekanisme homeostatik menjaga kadar glukosa darah puasa dalam rentang 70 hingga 110 mg/dl. Metabolisme glukosa menghasilkan senyawa seperti asam piruvat, asam laktat, dan asetil-koenzim A. Oksidasi glukosa secara total akan menghasilkan karbon dioksida, air, dan energi yang disimpan sebagai glikogen di hati atau otot. Hati memegang peran sentral, menentukan apakah glukosa akan langsung digunakan untuk energi, disimpan, atau diubah melalui jalur metabolik lain menjadi asam lemak (disimpan sebagai trigliserida) atau asam amino untuk pembentukan protein (Martsiningsih & Gabrela, 2016).

3. Parameter pemeriksaan glukosa

a. Glukosa darah sewaktu

Gula darah sewaktu (GDS) merupakan parameter pemeriksaan kadar gula darah yang dapat diukur setiap saat, tanpa memperhatikan waktu pasien terakhir kali makan. Gula darah sewaktu juga merupakan kadar glukosa dalam darah pada suatu saat yang dapat berubah-ubah sepanjang hari sesuai dengan jumlah karbohidrat yang dikonsumsi. Pemeriksaan penyaring dapat dilakukan melalui pemeriksaan glukosa darah sewaktu. Hal ini bertujuan sebagai upaya deteksi dini penyakit DM (Nurfajriah dkk., 2019). Untuk pasien yang telah didiagnosis diabetes, pemeriksaan Gula Darah Sewaktu (GDS) secara rutin sangat penting untuk memantau dan mengendalikan kadar gula darah mereka. Selain itu, nilai GDS awal sering digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan gambaran kondisi gula darah masyarakat, misalnya untuk menentukan tingkat prevalensi gula darah tinggi atau normal.

b. Glukosa darah puasa

Gula Darah Puasa (GDP) merupakan salah satu cara monitoring gula darah plasma yang diukur setelah pasien berpuasa setidaknya 8 jam sebelum dilakukan pengecekan plasma gula darah. Puasa dilakukan dalam keadaan tidak ada makanan yang dicerna. Oleh karena itu, tubuh akan mempertahankan plasma gula darah pada bagian hati, jaringan perifer dan hormon-hormon yang dapat berdampak kadar gula darah di dalam tubuh. Glukosa darah puasa sangat bergantung dengan tindakan merawat diri (self-care) yang dilakukan oleh pasien. Tindakan merawat diri dapat mengontrol kadar glukosa darah dengan baik dan konsisten (Yusuf, Nafisah, & Inayah, 2023).

c. Glukosa darah postprandial

Pemeriksaan Glukosa 2 Jam Postprandial (G2JPP) adalah tes kunci dalam penatalaksanaan Diabetes Melitus (DM) untuk menilai seberapa baik kontrol glikemik pasien setelah makan. Pada penderita DM, kadar glukosa darah melonjak lebih tinggi dibandingkan individu sehat, menjadikan G2JPP indikator penting respons metabolik tubuh terhadap asupan makanan (Care & Suppl, 2021).

Prosedur ini, yang sering dilakukan setelah pengambilan sampel glukosa darah puasa (setelah 8 jam berpuasa), mengukur kadar gula darah tepat dua jam setelah pasien makan seperti biasa. Pengukuran ini mengevaluasi respons tubuh terhadap glukosa yang masuk. Meskipun vital untuk memantau kontrol glukosa, standarisasi pemeriksaan G2JPP menjadi sulit. Hal ini disebabkan jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi pasien tidak dapat dibakukan, ditambah lagi dengan kesulitan mengawasi pasien secara ketat selama periode dua jam (Triana & Salim, 2017).

d. Tes toleransi glukosa oral

Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) adalah prosedur diagnostik yang digunakan untuk memastikan diagnosis Diabetes Melitus (DM), terutama ketika hasil glukosa darah masih meragukan, selama kehamilan, atau untuk tujuan skrining DM maupun Toleransi Glukosa Terganggu (TGT). Untuk menjamin keakuratan hasil, subjek diminta untuk mempertahankan pola makan dan aktivitas fisik normal selama tiga hari sebelum tes. Pemeriksaan ini diawali dengan puasa selama 10 hingga 12 jam (biasanya dimulai malam hari), namun pasien tetap diperbolehkan minum air putih tanpa pemanis. Pada pagi hari, sampel darah puasa (GDP) diambil (Wati, C. A. 2020).

Setelah itu, subjek mengonsumsi 75 gram glukosa (untuk orang dewasa) yang telah dilarutkan dalam 250 mL air dan harus dihabiskan dalam waktu lima menit. Subjek kemudian kembali berpuasa hingga pengambilan sampel darah berikutnya, yang dilakukan dua jam setelah minum larutan glukosa. Selama dua jam ini, pasien wajib beristirahat dan dilarang merokok. Hasil pemeriksaan glukosa darah dua jam pasca pembebanan glukosa kemudian diinterpretasikan sebagai berikut:

Glukosa Normal: < 140 mg/dL

Toleransi Glukosa terganggu : > 140 mg/dL-199 mgdL

Diabetes Melitus: ≥ 200 mg/dL

e. HbA1c

Pemeriksaan HbA1c merupakan pemeriksaan yang mencerminkan kadar glukosa darah rata-rata selama kurun waktu 2-3 bulan. Pemeriksaan HbA1c dapat digunakan sebagai acuan untuk monitoring penyakit diabetes mellitus karena HbA1c ini dapat memberikan informasi yang lebih jelas tentang keadaan yang sebenarnya pada penderita diabetes mellitus (Sartika, F., & Hestiani, N, 2019).

Pemeriksaan kadar HbA1c sangat direkomendasikan untuk memantau pengendalian glukosa karena memiliki beberapa keunggulan signifikan dibandingkan tes glukosa standar. Tidak seperti pemeriksaan glukosa plasma puasa, tes ini tidak memerlukan puasa dan tidak mudah dipengaruhi oleh perubahan gaya hidup jangka pendek pasien. Selain itu, sampel HbA1c juga lebih stabil pada suhu kamar. Dari sudut pandang klinis, pemeriksaan HbA1c jauh lebih menguntungkan karena mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai status pengendalian diabetes pasien secara efektivitas terapi yang sedang dijalankan. Menurut Riswanto (2010) dalam Sartika & Hestiani (2019), penting untuk dicatat bahwa peningkatan

kadar HbA1c di atas 8% menjadi indikasi kuat bahwa diabetes tidak terkontrol, yang menempatkan pasien pada risiko tinggi mengalami komplikasi jangka panjang yang berpotensi fatal.

3. Nilai normal kadar glukosa darah

Tabel 1

Nilai normal kadar glukosa darah puasa

Kategori	Kadar (mg/dL)
Normal	70-99
Prediabetes	100-125
Diabetes	≥126

(Sumber: Perkeni, 2024)

C. Triglicerida

1. Pengertian triglicerida

Triglicerida merupakan substansi lemak lain dalam darah yang dapat mempengaruhi risiko terkena penyakit jantung. Nilai normal kadar TG adalah kurang dari 150 mg/dl (Pratiwi, 2019). Triglicerida adalah jenis lemak yang bersirkulasi dalam plasma darah. Lemak ini merupakan komponen dari lipid plasma, yang asalnya bisa dari lemak dalam makanan atau dari konversi karbohidrat yang disimpan sebagai lemak tubuh. Pada individu normal, kadar triglicerida dalam darah biasanya kurang dari 200 mg/dL. Namun, pada penderita Diabetes Melitus (DM), kadar ini bisa mencapai 200 mg/dL atau lebih, suatu kondisi yang dikenal sebagai hipertriglisideremia (Isnaniar dkk., 2020). Kadar triglicerida yang tinggi memengaruhi kadar HbA1c (gula darah panjang) pada penderita DM tipe 2.

Pengaruh ini terjadi karena trigliserida yang tinggi menyebabkan penurunan fungsi insulin. Penurunan fungsi insulin ini, pada gilirannya, memicu peningkatan aktivitas hormon sensitive lipase. Peningkatan hormon ini mendorong proses lipolisis (pemecahan lemak), yang melepaskan asam lemak dan gliserol ke dalam aliran darah. Akibat dari pelepasan ini adalah peningkatan kadar kolesterol dan trigliserida dalam darah (Hafid dan Suharmanto, 2021).

Trigliserida memiliki fungsi utama dalam tubuh, yaitu sebagai sumber energi untuk otot rangka dan otot jantung, serta bertindak sebagai cadangan energi yang dapat menghasilkan sejumlah besar ATP. Meskipun penting, peningkatan konsentrasi trigliserida dapat menyebabkan kondisi yang dikenal sebagai hiperlipoproteinemia (Hasanah et.al, 2020). Selain itu, trigliserida juga merupakan penyebab utama penyakit arteri dan sering dievaluasi bersama kolesterol melalui pemeriksaan lipoprotein dengan metode elektroforesis.

Tabel 2

Nilai normal kadar trigliserida

Kategori	Kadar (mg/dL)
Normal	≤ 150
Agak Tinggi	150-199
Tinggi	200-499

(Sumber: Direktorat P2PTM Kemenkes RI, 2018)

2. Metabolisme trigliserida

Metabolisme trigliserida di dalam tubuh dibagi menjadi dua jalur utama: jalur eksogen dan jalur endogen. Pada jalur eksogen, trigliserida yang berasal dari makanan di usus akan dikemas menjadi kilomikron dan diangkut dalam darah. Di jaringan, trigliserida dalam kilomikron akan dihidrolisis oleh *enzim lipoprotein lipase* (LPL) pada permukaan sel endotel, menghasilkan asam lemak bebas dan kilomikron *remnant*. Asam lemak bebas ini kemudian memasuki jaringan (seperti lemak atau otot) untuk disimpan kembali sebagai trigliserida atau dioksidasi menjadi energi (Rissa dkk., 2021)

Sementara itu, jalur endogen melibatkan trigliserida yang disintesis di hati. Trigliserida ini diangkut dalam bentuk *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) dan juga mengalami hidrolisis oleh LPL dalam sirkulasi. Hidrolisis ini mengubah VLDL menjadi partikel lipoprotein yang lebih kecil, yaitu *Intermediate Density Lipoprotein* (IDL) dan akhirnya menjadi *Low Density Lipoprotein* (LDL). LDL ini dikenal sebagai lipoprotein yang membawa kandungan kolesterol paling banyak, dan peningkatan kadarnya terkait erat dengan risiko penyakit berbahaya seperti Diabetes Melitus (Rissa dkk., 2021).

Untuk menilai risiko penyakit yang terkait dengan berat badan, seperti yang disebabkan oleh peningkatan lipid, dapat digunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT adalah alat yang digunakan untuk menentukan seberapa besar risiko seseorang terkena penyakit tertentu yang dipengaruhi oleh berat badan mereka, di mana semakin tinggi nilai IMT, semakin besar faktor risiko utama untuk berbagai macam penyakit (Salim., Wihandani., & Dewi, 2021).

D. Hubungan Kadar Gula Darah Puasa dengan Kadar Triglisierida

Kadar glukosa darah cenderung meningkat seiring dengan peningkatan kadar triglisierida (Mamay, 2023). Konsumsi makanan berkarbohidrat tinggi seperti nasi, roti gandum, dan kentang secara signifikan memengaruhi dan dapat meningkatkan produksi triglisierida oleh hati. Ketika kadar triglisierida dalam tubuh melampaui batas normal, kondisi ini dikenal sebagai hiperlipidemia. Kelebihan triglisierida ini dapat memicu resistensi insulin, yang pada gilirannya mengganggu metabolisme glukosa. Peningkatan glukosa darah yang terus-menerus akan menyebabkan kenaikan kadar triglisierida, sering dikaitkan dengan defisiensi insulin relatif dan resistensi insulin (Gumilar, 2022).

Menurut Alexopoulos (2019) dalam Chrsityawardani (2024), glukosa adalah sumber energi utama yang diandalkan dalam metabolisme mamalia. Semua bentuk karbohidrat yang dikonsumsi manusia, baik itu polisakarida, disakarida, atau monosakarida, akan dikonversi menjadi glukosa. Glukosa ini kemudian diubah menjadi adenosin trifosfat (ATP), yang berfungsi sebagai energi bagi tubuh. Setelah makan, glukosa masuk ke aliran darah sebagai gula darah, dan sebagian disimpan dalam hati serta otot rangka sebagai glikogen. Ketersediaan gula darah sangat vital untuk metabolisme tubuh dan pasokan energi yang dibutuhkan oleh otak.

Kondisi seperti Diabetes Mellitus (DM) dapat meningkatkan kadar lipid dalam tubuh, yang mengganggu proses metabolisme dan berpotensi menyebabkan aterosklerosis (penumpukan lipid di dinding pembuluh darah arteri). Penderita DM mengalami resistensi terhadap insulin, yang merupakan akibat dari produksi insulin pankreas yang tidak memadai, serta peningkatan produksi badan keton. Insulin

berperan penting sebagai "kunci" yang memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel; resistensi insulin berarti sel-sel tubuh menolak masuknya glukosa ini (Hikmah & Oktaviani, 2022).

E. Metode Pemeriksaan Laboratorium

1. Metode dan prinsip pemeriksaan gula darah puasa

Metode penetapan kadar glukosa plasma darah memiliki beragam prinsip, yang sebagian besar didasarkan pada reaksi enzimatik untuk akurasi yang tinggi. Salah satu metode yang umum digunakan pada penganalisis semi- otomatis adalah GOD-POD (*Glucose Oxidase-Peroxidase*). Dalam prinsip ini, enzim Glukosa Oksidase (GOD) pertama-tama mengoksidasi substrat beta-D- glukosa dalam sampel, menghasilkan asam glukonat dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Selanjutnya, enzim Peroksidase bereaksi dengan hidrogen peroksida tersebut, melepaskan unsur Oksigen. Oksigen yang terbentuk kemudian berikatan dengan senyawa 4-aminoantipyrine dan fenol, yang akhirnya membentuk senyawa berwarna quinoneimine. Intensitas warna yang dihasilkan oleh reaksi akhir ini kemudian diukur menggunakan alat kolorimetri pada panjang gelombang 530 nm, dan hasilnya dibandingkan dengan standar yang telah diproses dengan perlakuan yang sama (Sharma dkk., 2017).

Selain itu, dalam pemeriksaan cepat di tempat (*Point-of-Care Testing* / POCT), prinsip enzimatik yang digunakan meliputi Glukosa Oksidase dan kelompok enzim Glukosa Dehidrogenase. Enzim Glukosa Dehidrogenase (GDH) memiliki beberapa varian, seperti GDH NAD (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide*) dan GDH-PQQ (*Pyrrroquinoline Quinone*). Kelompok enzim dehidrogenase ini berfungsi

membantu reaksi glukosa dalam sampel dengan oksigen (GDH-PQQ), yang kemudian memungkinkan pengukuran kadar glukosa Giri (2021) (dalam Baharudin, 2023).

2. Metode dan prinsip pemeriksaan trigliserida

Metode yang dijadikan standar pemeriksaan trigliserida di laboratorium klinik adalah spektrofotometri, terutama karena metode ini memiliki tingkat kesalahan yang relatif kecil. Prinsip pemeriksaan ini melibatkan hidrolisis trigliserida oleh enzim lipase menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Gliserol yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi gliserol-3-fosfat melalui aksi enzim gliserol kinase. Keakuratan metode spektrofotometri ini didukung oleh kemampuannya untuk dikontrol secara ketat menggunakan serum kontrol, sehingga menjamin tingkat kesalahan yang minimal (Hardisari & Koiriyah, 2016).

Saat ini, metode yang paling umum digunakan dalam pemeriksaan trigliserida di laboratorium adalah metode Enzimatik Kolorimetri dengan prinsip GPO-PAP (*Glycerol Phosphate Oxidase Peroxidase Aminoantipyrine*). Dalam metode ini, trigliserida dihidrolisis secara enzimatik menjadi gliserol dan asam lemak bebas oleh lipase spesifik, yang kemudian membentuk kompleks warna yang kadarnya dapat diukur secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer (Hardisari & Koiriyah, 2016).