

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi Diabetes Melitus

Diabetes Melitus adalah sekumpulan penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan pada sekresi insulin, fungsi insulin, atau keduanya. Jika tidak dikendalikan, kondisi ini bisa menimbulkan komplikasi metabolik akut serta komplikasi vaskuler kronis, termasuk mikroangiopati dan makroangiopati. Diabetes Melitus juga dikenal sebagai gangguan kronis yang ditunjukkan oleh metabolisme karbohidrat dan lemak yang relatif kurang insulin. Diabetes Melitus dapat diartikan penyakit jangka panjang yang ditandai oleh kadar glukosa darah di atas normal serta gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein, yang disebabkan oleh kekurangan hormon insulin baik secara relatif maupun absolut (Hasdianah, 2012).

2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Jenis utama Diabetes Melitus diklasifikasikan menjadi diabetes melitus tipe 1: Insulin Dependent Diabetes Mellitus (IDDM) dan tipe 2: Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM).

a. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 dapat dialami pada berbagai kelompok usia, mulai dari anak-anak, remaja, hingga dewasa. Penyakit ini terjadi akibat kegagalan sel beta pankreas dalam memproduksi insulin, sehingga penderita memerlukan pemberian

insulin dari luar secara rutin untuk mempertahankan kelangsungan hidup. Kerusakan sel beta pankreas bersifat masif hingga mengalami nekrosis, menyebabkan pankreas tidak mampu menghasilkan dan mensekresikan insulin dalam jumlah dan mutu yang memadai, bahkan pada beberapa kasus insulin tidak diproduksi sama sekali. Pada anak-anak, DM tipe 1 sering kali terdiagnosis saat datang ke fasilitas kesehatan dengan keluhan poliuria, polidipsia, dan penurunan berat badan, serta sekitar sepertiga kasus disertai kondisi ketoasidosis diabetikum (Alfiandra dkk., 2023).

b. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes Melitus Tipe 2 adalah kondisi gangguan metabolik yang ditandai oleh peningkatan kadar gula darah karena penurunan produksi insulin oleh sel beta pankreas atau masalah pada kerja insulin (resistensi insulin). Diabetes melitus tipe 2 tidak disebabkan oleh defisiensi produksi insulin, melainkan karena sel – sel target insulin tidak berhasil atau tidak dapat merespons insulin dengan baik, situasi ini biasanya disebut sebagai resistensi insulin (Dayaningsih dkk, 2021). Resistensi insulin sering kali muncul akibat obesitas, kurangnya olahraga, dan proses penuaan. Pada individu dengan diabetes melitus tipe 2, bisa juga terjadi produksi glukosa oleh hati yang berlebihan, tetapi tidak ada kerusakan sel – sel B secara autoimun seperti pada diabetes melitus tipe 1 (Kistianita dkk., 2018). Ketidakefektifan insulin menyebabkan glukosa terus beredar di dalam darah, sehingga meningkatkan kadar glukosa darah atau yang dikenal sebagai hiperglikemia. Seiring berjalannya waktu, hal ini dapat merusak berbagai organ tubuh dan membahayakan nyawa, termasuk perkembangan komplikasi diabetes seperti penyakit jantung dan pembuluh darah,

neuropati, nefropati, serta gangguan mata yang mengakibatkan retinopati dan kebutaan (Utomo, 2020).

3. Patofisiologis Diabetes Melitus

Patofisiologi diabetes melitus dibedakan menjadi dua, yaitu diabetes melitus tipe 1 dan diabetes melitus tipe 2. Keduanya ditandai oleh peningkatan kadar glukosa dalam darah, namun mekanisme terjadinya berbeda. Diabetes melitus tipe 1 terjadi akibat kerusakan pada sel β pankreas sehingga produksi insulin menjadi terganggu. Kerusakan ini disebabkan oleh proses autoimun yang dipicu oleh peradangan pada sel β pankreas. Proses tersebut memicu pembentukan antibodi terhadap sel β pankreas yang dikenal *sebagai Islet Cell Antibody (ICA)*. Interaksi antara antigen pada sel β dengan antibodi ICA menyebabkan sel β pankreas mengalami kerusakan hingga akhirnya hancur. Diabetes mellitus tipe 2 dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk resistensi insulin dan gangguan fungsi sel beta pankreas (R. D. Saputri, 2020). Perkembangan masalah pada fungsi sel pankreas sangat berpengaruh terhadap pengendalian kadar gula darah dalam jangka waktu lama. Sementara itu, pada tahap awal penyakit, pasien biasanya mengalami kenaikan kadar gula darah setelah makan sebagai akibat dari meningkatnya resistensi insulin. Resistensi insulin adalah kondisi di mana insulin dalam tubuh tidak berfungsi dengan baik sesuai kadarnya. Kerusakan kerja insulin pada organ utama seperti hati dan otot merupakan ciri khas dari diabetes tipe 2 (R. D. Saputri, 2020).

Hiperglikemia pada penderita diabetes mellitus tipe 2 disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh untuk merespons insulin, yang sering disebut resistensi insulin. Kondisi ini membuat penggunaan insulin tidak efektif, sehingga sel beta

pankreas dipaksa untuk memproduksi lebih banyak insulin sebagai reaksi terhadap naiknya kadar gula darah. Semakin lama, sel beta pankreas akan menjadi lelah dan akhirnya memicu diabetes mellitus tipe 2. Pada orang dengan diabetes mellitus tipe 2, umumnya ditemukan dua kondisi, yaitu resistensi insulin dan kekurangan insulin. Di awal perkembangan penyakit, sel beta mengalami masalah dalam memproduksi insulin karena gagal mengimbangi resistensi insulin, sehingga seiring waktu terjadi kerusakan pada sel beta pankreas. Kerusakan ini menyebabkan kekurangan insulin dan akhirnya memerlukan penyuntikan insulin (Perkeni, 2021).

4. Patogenesis Diabetes Melitus

Patogenesis diabetes melitus dibedakan menjadi diabetes melitus tipe 1 dan tipe 2. Pada diabetes melitus tipe 1, hiperglikemia terjadi akibat kerusakan sel β pankreas yang disebabkan oleh proses autoimun, sehingga produksi insulin menurun drastis atau tidak ada sama sekali. Kondisi ini menyebabkan penderita sangat bergantung pada insulin dari luar untuk mempertahankan metabolisme glukosa yang normal. Sementara itu, diabetes melitus tipe 2 ditandai oleh resistensi insulin pada jaringan otot dan hati yang disertai dengan kegagalan progresif fungsi sel β pankreas. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa disfungsi sel β terjadi lebih awal dan berperan besar dalam perkembangan penyakit. Selain otot dan hati, organ lain yang terlibat meliputi jaringan lemak (peningkatan lipolisis), usus (defisiensi inkretin), sel alfa pankreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan reabsorpsi glukosa), dan otak (resistensi insulin), yang secara bersama-sama berkontribusi terhadap gangguan toleransi glukosa. Mekanisme ini dikenal sebagai *ominous octet* dan menjadi dasar pemahaman bahwa penatalaksanaan DM tipe 2 harus ditujukan

pada perbaikan patogenesis penyakit, dimulai sedini mungkin untuk mencegah kerusakan sel β lebih lanjut (Fauziani dkk., 2024)

5. Faktor resiko Diabetes Melitus

Penyebab pasti diabetes melitus tipe 1 hingga saat ini belum diketahui secara jelas, namun faktor genetik dan lingkungan diketahui memiliki peran yang signifikan. Faktor genetik yang paling berhubungan dengan DM tipe 1 adalah *human leukocyte antigen* (HLA), sementara faktor lingkungan turut memengaruhi terjadinya penyakit, sebagaimana terlihat pada kembar monozigot yang memiliki susunan genetik sama tetapi dapat menunjukkan perbedaan risiko akibat paparan lingkungan yang berbeda. Di sisi lain, meningkatnya angka kejadian diabetes melitus, terutama tipe 2, berkaitan dengan berbagai faktor risiko yang mencakup faktor yang tidak dapat diubah maupun faktor yang dapat dimodifikasi (Kemenkes RI, 2020). Faktor yang tidak dapat diubah meliputi riwayat keluarga diabetes, usia lebih dari 45 tahun, jenis kelamin, etnis, serta riwayat diabetes melitus gestasional, sedangkan faktor yang dapat dimodifikasi antara lain obesitas, kurangnya aktivitas fisik, pola makan yang tidak sehat, hipertensi, dislipidemia, kebiasaan merokok, serta kondisi prediabetes atau gangguan toleransi glukosa (Nanik Nur Rosyidah, 2025).

a. Faktor risiko diabetes mellitus tipe yang tidak dapat diubah (internal)

Faktor risiko ini adalah kondisi atau ciri individu yang meningkatkan peluang terkena diabetes melitus, tapi tidak bisa dihindari atau diubah (ADA, 2022).

1) Riwayat keluarga

Riwayat keluarga diketahui sebagai salah satu faktor risiko yang berperan dalam terjadinya Diabetes Mellitus (DM). Seseorang yang memiliki anggota keluarga inti atau kerabat dekat dengan DM memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami kondisi serupa, yang berkaitan dengan pengaruh faktor genetik terhadap regulasi metabolisme glukosa, baik dalam proses produksi maupun kerja insulin. Faktor keturunan tersebut dapat berdampak pada penurunan fungsi sel β pankreas serta terjadinya resistensi insulin, yang selanjutnya menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Walaupun keberadaan riwayat keluarga tidak selalu menyebabkan seseorang menderita DM, risiko dapat semakin meningkat apabila disertai dengan faktor pendukung lain seperti pola makan yang kurang sehat, rendahnya aktivitas fisik, dan obesitas. Oleh karena itu, pemahaman mengenai riwayat kesehatan keluarga serta penerapan gaya hidup sehat sejak dini menjadi upaya penting dalam pencegahan dan pengendalian Diabetes Mellitus. 2.

2) Umur

Usia merupakan faktor risiko yang berperan dalam terjadinya Diabetes Mellitus. Diabetes Mellitus tipe 1 umumnya terjadi pada anak dan remaja, terutama pada masa pubertas akibat perubahan hormonal dan respons imun yang memicu proses autoimun terhadap sel β pankreas (Fauziani dkk., 2024). Sementara itu, risiko penyakit cenderung meningkat pada usia dewasa hingga lanjut usia akibat menurunnya fungsi sel β pankreas, sensitivitas insulin, serta meningkatnya resistensi insulin seiring bertambahnya usia. Oleh karena itu, peningkatan usia memengaruhi risiko terjadinya Diabetes Mellitus, sehingga diperlukan skrining dan penerapan pola hidup sehat sesuai kelompok usia.

3) Etnis atau ras tertentu

Etnis atau ras tertentu adalah faktor risiko yang tidak bisa diubah. Penelitian tunjukkan beberapa kelompok etnis lebih rentan genetik terhadap diabetes tipe 2. Misalnya, orang Asia Selatan, Afrika, Hispanik, Penduduk Asli Amerika, dan Asia Timur (termasuk Indonesia) lebih berisiko gangguan metabolik seperti resistensi insulin dan obesitas perut, meski IMT – nya tidak tinggi. Ini dipengaruhi genetik plus budaya, seperti makan tinggi karbohidrat, aktivitas fisik rendah, dan akses kesehatan terbatas. Diabetes bisa muncul lebih muda dan komplikasi lebih cepat kalau tidak deteksi awal. Karena etnis tidak bisa diubah, orang dari kelompok berisiko tinggi harus sadar gejala dan risiko, cek kesehatan rutin, dan cegah lewat hidup sehat untuk kurangi peluang kena diabetes tipe 2 dan komplikasinya.

4) Riwayat pernah menderita diabetes melitus gestasional

Riwayat diabetes gestasional adalah faktor risiko yang tidak bisa diubah, khusus wanita. Diabetes gestasional adalah gula darah naik saat hamil dan biasanya hilang setelah melahirkan. Tapi ini tunjukkan gangguan toleransi glukosa sementara yang bikin rentan terhadap insulin, yang bisa jadi diabetes tipe 2 nanti. Studi bilang sekitar 30 – 50% wanita yang pernah kena diabetes gestasional akan kena diabetes tipe 2 dalam 5 – 10 tahun setelah melahirkan, terutama kalau tidak ubah gaya hidup sehat. Risiko naik kalau ibu kelebihan berat, kurang gerak, atau ada riwayat keluarga diabetes. Karena riwayat ini tidak bisa diubah, wanita yang pernah alami harus pantau gula darah rutin, hidup sehat, dan jaga berat badan ideal untuk cegah atau tunda diabetes tipe 2. Edukasi dan tindak lanjut setelah hamil penting untuk pencegahan jangka panjang.

5) Kegemukan atau obesitas

Obesitas menjadi faktor risiko utama bagi terjadinya diabetes melitus, bahkan pada anak-anak usia prasekolah. Kelebihan lemak di tubuh dapat memperbesar resistensi insulin, sehingga tubuh menjadi kurang peka terhadap insulin dan mengakibatkan naiknya kadar glukosa darah. Obesitas yang dimulai sejak usia dini telah terbukti terkait dengan peningkatan risiko diabetes, khususnya diabetes melitus tipe 2. Sebagai faktor risiko yang bisa diubah, pengaturan berat badan melalui pola makan yang sehat serta peningkatan aktivitas fisik merupakan langkah krusial dalam mencegah dan menangani diabetes melitus (Obar dkk., 2022).

6) Jenis kelamin

Jenis kelamin adalah ciri biologis yang membedakan seseorang sebagai pria atau wanita, yang mencakup perbedaan pada organ reproduksi serta hormon yang berpengaruh terhadap kerja tubuh. Risiko terkena diabetes melitus hampir sama antara pria dan wanita hingga masa dewasa dini, tetapi setelah usia 30 tahun, wanita cenderung memiliki risiko yang lebih besar. Ini terkait dengan kecenderungan wanita mengalami kenaikan indeks massa tubuh (IMT) yang lebih signifikan dibandingkan pria (Monalisa Lavenia Purba, 2025).

7) Lama menderita

Diabetes melitus adalah penyakit yang tidak bisa sembuh total, dan itulah yang membuat orang yang menderitanya berisiko mengalami berbagai masalah kesehatan lanjutan. Durasi penyakit diabetes dihitung mulai dari saat pertama kali didiagnosis. Ada dua macam komplikasi yang disebabkan oleh diabetes melitus, yaitu komplikasi akut dan komplikasi kronis, di mana komplikasi kronis meliputi komplikasi makrovaskular serta mikrovaskular. Nefropati, neuropati, dan retinopati

masuk dalam kategori komplikasi mikrovaskular, sedangkan penyakit jantung koroner, penyakit pembuluh darah otak, serta penyakit pembuluh darah perifer termasuk ke dalam komplikasi makrovaskular. Durasi diabetes melitus sejak diagnosis awal merupakan faktor krusial dalam risiko komplikasi, di mana semakin panjang masa penyakit, semakin besar kemungkinan kerusakan organ karena hiperglikemia berkepanjangan. Berdasarkan lamanya penyakit, durasi diabetes dikategorikan menjadi tiga kelompok: pendek (kurang dari 5 tahun), sedang (5–10 tahun), dan panjang (lebih dari 10 tahun). Individu dengan durasi diabetes yang lebih lama umumnya menghadapi risiko komplikasi yang lebih tinggi akibat eksposur berkelanjutan terhadap kadar glukosa darah tinggi dalam periode waktu yang lama. (Kriswiastiny dkk., 2022).

8) Hipertensi

Hipertensi atau darah tinggi bikin risiko diabetes tipe 2 naik karena rusak pembuluh darah dan metabolisme, tingkatkan resistensi insulin, susah atur gula darah. Ini sering terkait gaya hidup buruk seperti garam berlebih, makan tak seimbang, kurang gerak, dan berat badan naik. Hipertensi bisa dikontrol lewat diet rendah garam, olahraga, kelola berat badan, dan obat kalau perlu. Kendali darah tinggi kurangi risiko resistensi insulin dan diabetes. Jadi, atur hipertensi penting buat cegah diabetes tipe 2.

9) Dislipidemia

Dislipidemia adalah lipid darah tak seimbang, seperti kolesterol LDL dan trigliserida naik, HDL turun. Ini bikin risiko diabetes tipe 2 naik karena perburuk resistensi insulin, ganggu atur gula darah. Sering terkait obesitas, makan buruk, dan kurang gerak. Tapi bisa diubah lewat makan sehat rendah lemak jenuh, olahraga,

kelola berat badan, dan obat kalau perlu. Kendali lipid darah turunkan risiko resistensi insulin dan diabetes

b. Faktor risiko diabetes mellitus yang bisa diubah (eksternal)

Ini adalah hal – hal yang bikin risiko diabetes melitus, tapi masih bisa dicegah atau dikontrol lewat gaya hidup sehat (ADA, 2022).

1) Kurang aktivitas fisik

Aktivitas fisik memiliki peranan penting dalam pengendalian kadar glukosa darah melalui peningkatan pemanfaatan glukosa oleh otot serta peningkatan sensitivitas insulin. Pada penderita Diabetes Melitus tipe 1, aktivitas fisik berkontribusi terhadap penurunan kadar glukosa darah, sedangkan rendahnya aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko terjadinya Diabetes Melitus tipe 2 akibat terjadinya resistensi insulin dan peningkatan berat badan. Dengan demikian, aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin merupakan komponen penting dalam upaya pengelolaan dan pencegahan diabetes melitus (Alfiandra dkk., 2023).

2) Diet tidak sehat

Diet buruk, seperti makan tinggi gula, lemak jenuh, garam, rendah serat, naikin risiko diabetes tipe 2 karena bikin berat badan naik, obesitas, dan resistensi insulin. Ini ganggu atur gula darah, perburuk lipid dan darah tinggi. Tapi bisa diubah lewat makan seimbang kaya serat, sayur, buah, protein sehat, batasi gula dan lemak jenuh. Jadi, ubah diet turunkan risiko diabetes tipe 2.

3) Pola makan

Gaya hidup, khususnya pola makan, memiliki pengaruh besar terhadap risiko terjadinya Diabetes Melitus (DM) pada anak usia prasekolah. Pola konsumsi yang tidak seimbang, ditandai dengan asupan gula tambahan, karbohidrat olahan, dan

lemak jenuh yang tinggi serta rendahnya konsumsi serat, sayur, dan buah, dapat memicu obesitas dan resistensi insulin. Kondisi tersebut menyebabkan gangguan pengendalian kadar glukosa darah dan meningkatkan risiko terjadinya DM tipe 2. Oleh sebab itu, penerapan pola makan sehat yang kaya serat disertai pembatasan gula dan lemak jenuh merupakan langkah penting dalam upaya pencegahan DM tipe 2 sejak usia dini (Obar dkk., 2022).

4) Faktor Lingkungan

Lingkungan sekitar berpengaruh terhadap meningkatnya risiko Diabetes Melitus (DM), pada anak usia prasekolah. Kondisi lingkungan yang tidak mendukung perilaku hidup sehat, seperti paparan stres yang tinggi, polusi udara, serta keterbatasan akses terhadap makanan bergizi, dapat menimbulkan stres berkepanjangan yang berperan dalam terjadinya resistensi insulin. Di samping itu, kemudahan memperoleh makanan cepat saji dan camilan tidak sehat dapat membentuk kebiasaan makan yang kurang baik dan meningkatkan risiko obesitas sebagai faktor utama DM tipe 2. Oleh sebab itu, penyediaan lingkungan yang kondusif melalui akses makanan sehat dan pengelolaan stres menjadi upaya penting dalam mencegah DM sejak usia dini.

6. **Kompikasi Diabetes Melitus**

Diabetes melitus tipe 1 adalah penyakit kronis akibat kekurangan insulin total karena kerusakan sel β pankreas, yang menyebabkan hiperglikemia serta berisiko menimbulkan ketoasidosis diabetikum dan berbagai komplikasi kronis bila tidak terkontrol. Sebaliknya, diabetes melitus tipe 2 terjadi akibat gangguan kerja insulin atau penurunan produksinya, sehingga kadar glukosa darah tetap tinggi dalam jangka panjang. Kondisi ini bukan hanya mengganggu kontrol gula darah harian,

tetapi juga menimbulkan risiko tinggi terhadap berbagai masalah kesehatan dan komplikasi berat yang bisa merusak kualitas hidup individu. Komplikasi ini biasanya diklasifikasikan menjadi dua jenis besar, yakni akut dan kronis, masing – masing dengan efek unik pada kesehatan penderita. Di bawah ini adalah uraian mendalam tentang komplikasi – komplikasi tersebut, berdasarkan data yang ada (Prawitasari, 2019).

a. Komplikasi akut

Komplikasi akut adalah situasi medis mendadak yang berkembang cepat dan butuh intervensi langsung untuk menghindari bahaya fatal. Komplikasi utama yang sering muncul adalah hiperglikemia, yaitu saat kadar gula darah melonjak tiba – tiba dan signifikan. Hiperglikemia tidak hanya memicu tanda – tanda seperti rasa haus ekstrem, buang air kecil berulang, keletihan, dan pandangan mata yang buram, tetapi juga bisa berubah menjadi gangguan metabolik yang lebih mengancam jika tidak diatasi.

1) Ketoasidosis diabetik

Kondisi ini terjadi ketika tubuh membakar lemak sebagai sumber energi akibat defisiensi insulin, sehingga zat keton terakumulasi di aliran darah. Akibatnya, tingkat keasaman darah naik, yang bisa menyebabkan gejala seperti mual, muntah, pernapasan cepat, dan bahkan koma jika tidak segera diatasi. Walaupun lebih sering terjadi pada diabetes tipe 1, ketoasidosis diabetik juga mungkin menyerang penderita tipe 2, khususnya saat ada infeksi atau tekanan berat.

2) Koma Hiperosmoler Non – Ketotik (KHNK)

Ini adalah keadaan di mana gula darah mencapai level sangat tinggi, mengakibatkan dehidrasi ekstrem dan ketidakseimbangan elektrolit di dalam tubuh.

Penderita mungkin merasakan kebingungan, kelemahan parah, dan hilangnya kesadaran. KHNK berbeda dari ketoasidosis karena tidak melibatkan keton, namun tetap berisiko tinggi dan sering dikaitkan dengan usia lanjut atau masalah kesehatan lain seperti infeksi.

3) Asidosis Laktat

Komplikasi ini jarang terjadi tetapi kritis, di mana asam laktat berkumpul di darah karena masalah metabolisme glukosa. Gejalanya mencakup nyeri otot, kesulitan bernapas, dan kebingungan, dan bisa diprovokasi oleh obat tertentu atau kondisi seperti gagal ginjal. Asidosis laktat butuh penanganan medis segera untuk mencegah kerusakan organ. Komplikasi akut ini umumnya dipicu oleh hal – hal seperti ketidakpatuhan terhadap terapi, infeksi, stres, atau kesalahan penggunaan insulin. Cara mencegahnya adalah dengan memantau kadar gula darah secara berkala dan berkonsultasi dengan tenaga medis. Berdasarkan referensi seperti Prawitasari (2019), deteksi awal dan respons yang tepat dapat menurunkan risiko kematian akibat kondisi ini

b. Komplikasi kronis

Komplikasi kronis pada diabetes melitus tipe 2 berkembang perlahan selama beberapa tahun dan biasanya berhubungan dengan kerusakan pembuluh darah besar (makrovaskuler). Kerusakan tersebut disebabkan oleh gula darah tinggi yang terus – menerus merusak lapisan pembuluh darah, meningkatkan kemungkinan terbentuknya plak aterosklerosis, dan memicu gangguan kardiovaskular. Komplikasi makrovaskuler yang sering dialami oleh penderita diabetes melitus tipe 2 mencakup (Prawitasari, 2019):

1) Trombosis otak (Pembekuan darah di bagian otak)

Kondisi ini muncul ketika bekuan darah terbentuk di pembuluh otak, yang bisa mengganggu aliran darah dan merusak jaringan otak. Gejalanya mungkin meliputi sakit kepala tiba – tiba, kelemahan di satu sisi tubuh, atau kesulitan berbicara. Ini meningkatkan risiko stroke iskemik.

2) Penyakit jantung koroner (PJK)

Diabetes tipe 2 merupakan faktor risiko besar untuk penyakit jantung koroner, di mana arteri koroner tersumbat oleh plak, sehingga aliran darah ke jantung berkurang. Hal ini bisa menyebabkan angina (nyeri dada), serangan jantung, atau bahkan kematian mendadak jika tidak ditangani dengan baik.

3) Gagal jantung kongestif

Kondisi ini terjadi saat jantung tidak bisa memompa darah secara efisien, sering karena kerusakan otot jantung dari PJK atau hipertensi terkait diabetes. Gejalanya termasuk sesak napas, pembengkakan pada kaki, dan kelelahan berat, yang bisa memburuk dari waktu ke waktu.

4) Stroke

Stroke adalah komplikasi parah di mana aliran darah ke otak terhenti, baik akibat trombosis atau perdarahan. Penderita diabetes memiliki risiko stroke dua kali lebih tinggi daripada orang tanpa diabetes, dengan gejala seperti kelumpuhan, kesulitan berbicara, atau hilangnya penglihatan. Komplikasi kronis ini tidak hanya berdampak pada sistem kardiovaskular, tetapi juga bisa berkontribusi pada masalah lain seperti kerusakan ginjal (nefropati diabetik) atau saraf (neuropati), walaupun fokus utamanya adalah makrovaskuler. Pencegahan melibatkan pengendalian gula darah, tekanan darah, dan kolesterol

melalui pola makan seimbang, aktivitas fisik rutin, serta penggunaan obat seperti metformin atau inhibitor ACE. Penelitian menunjukkan bahwa manajemen awal dapat mengurangi risiko komplikasi ini hingga 50% atau lebih.

7. Pencegahan Diabetes Melitus

Upaya pencegahan dini dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu (Harmawati dan Etriyanti, 2019):

a. Menerapkan pola makan sehat

Batasi konsumsi makanan dan minuman yang tinggi gula, kalori, serta lemak, seperti makanan olahan, kue, es krim, dan makanan cepat saji. Batasi asupan gula harian hingga 40 gram atau sekitar 9 sendok teh. Sebagai alternatif, tingkatkan konsumsi buah, sayuran, kacang – kacangan, biji – bijian yang kaya serat dan karbohidrat kompleks, susu, yogurt, serta air putih. Selain itu, kurangi porsi makan secara keseluruhan dan pastikan sarapan pagi dilakukan dengan baik, karena ini sangat penting untuk mengontrol kadar gula darah.

b. Melakukan olahraga secara rutin

Lakukan aktivitas fisik setiap hari selama 30 menit untuk membantu tubuh memanfaatkan insulin dengan lebih efektif. Olahraga teratur dapat meningkatkan sensitivitas insulin dan mengurangi risiko diabetes.

c. Menjaga berat badan ideal

Gunakan kalkulator BMI atau *Body Mass Index* untuk menentukan berat badan normal. Jika berat badan melebihi batas normal, itu menunjukkan obesitas. Capai berat badan ideal dengan menyeimbangkan olahraga dan pola makan

sehat. Jika sudah obesitas, fokuslah pada penurunan berat badan secara bertahap untuk mengurangi risiko diabetes.

d. Mengelola stres dengan baik

Stres yang tidak diatasi dapat meningkatkan risiko diabetes karena tubuh melepaskan hormon stres seperti kortisol, yang bisa menaikkan kadar gula darah. Orang yang stres cenderung merasa lapar dan makan berlebihan, termasuk camilan. Kelola stres melalui teknik relaksasi, meditasi, atau aktivitas yang menenangkan untuk mencegah lonjakan gula darah.

e. Melakukan pemeriksaan gula darah secara rutin

Lakukan tes gula darah dengan puasa selama 10 jam. Untuk pencegahan dini, lakukan tes tahunan. Jika risiko tinggi seperti usia di atas 40 tahun, memiliki riwayat penyakit jantung, stroke, obesitas, atau keluarga dengan diabetes periksa lebih sering. Pemeriksaan rutin membantu mendeteksi masalah dini dan mencegah perkembangan diabetes.

f. Menghilangkan kebiasaan tidak sehat

Berhenti merokok, kurangi atau hentikan konsumsi alkohol, dan pastikan tidur cukup selama 7 jam per hari. Kebiasaan ini dapat memperburuk risiko diabetes dan komplikasinya, sehingga menghindarinya penting untuk kesehatan secara keseluruhan.

8. Pengobatan Diabetes Melitus

Intervensi diet dan perubahan gaya hidup memiliki peran penting bagi penderita semua jenis diabetes melitus. Edukasi mengenai manajemen diri, termasuk pemantauan mandiri kadar gula darah, merupakan bagian penting dari penatalaksanaan penyakit ini. Pengendalian kadar gula darah yang baik dapat

membantu menurunkan risiko terjadinya berbagai komplikasi. Aktivitas fisik juga memberikan manfaat signifikan, seperti membantu menurunkan kadar gula darah serta mengurangi risiko komplikasi kardiovaskular, termasuk hipertensi, penyakit jantung, dan peradangan.

B. Triglicerida

1. Definisi trigliserida dan klasifikasi

a. Definisi trigliserida

Trigliserida merupakan bentuk lemak yang diperoleh dari asupan makanan dan dihasilkan oleh organ hati, lalu disimpan sebagai simpanan energi di bawah permukaan kulit serta di area sekitar organ – organ tubuh. Tingkat trigliserida dalam darah bisa naik jika jumlah kalori yang dimakan melebihi apa yang dibutuhkan oleh tubuh. Sebagai penyedia energi pokok, trigliserida memainkan fungsi krusial dalam menunjang beragam kegiatan tubuh (Fauziah, 2012).

b. Klasifikasi trigliserida

Trigliserida memiliki nilai ambang normal, dan apabila kadarnya tinggi, kondisi tersebut dikenal sebagai hipertrigliserida atau juga hiperlipidemia (Layalial Mukharomah dan Apriani Apriani, 2025).

Tabel 1
Klasifikasi Kadar Triglicerida

Klasifikasi	Kadar Triglicerida (mg/dl)
Normal	<150 mg/dL
Batas Tinggi	150 – 199 mg/Dl
Tinggi	200 – 499 mg/dL
Sangat Tinggi	>500 mg/dL

(Sumber : (Nurdamayanti dan Elon, 2014)

1) Hipertrigliserida

Hipertrigliserida adalah keadaan di mana terjadi kenaikan kadar trigliserida ≥ 200 mg/dl. Hipertrigliserida dapat menimbulkan komplikasi seperti hipertensi, serangan jantung, serta stroke. Penyebab hipertrigliserida meliputi obesitas, konsumsi lemak tinggi, diabetes yang tidak terkontrol, dan faktor genetik (Lailil Muyasaroh et al., 2019).

2) Hiperlipidemia

Hiperlipidemia merupakan keadaan peningkatan dan penurunan kadar profil lipid yang menjadi faktor risiko utama terjadinya aterosklerosis dan penyakit arteri koroner. Aterosklerosis adalah pembekuan pada pembuluh darah yang disebabkan oleh penumpukan lemak di lapisan tunika intima serta diikuti oleh pembentukan jaringan ikat pada dinding pembuluh darah.

2. Metabolisme trigliserida

a. Sintesis trigliserida

Sintesis trigliserida dibagi menjadi dua jalur, yakni eksogen dan endogen. Pada jalur eksogen, trigliserida yang berasal dari makanan berada di usus dan dikemas menjadi kilomikron. Kilomikron tersebut lalu bergerak ke jaringan lemak, di mana mereka mengalami hidrolisis oleh enzim lipoprotein lipase yang ada di permukaan sel endotel. Proses ini menghasilkan asam lemak bebas dan sisa kilomikron. Asam lemak bebas itu kemudian masuk ke dalam jaringan lemak atau sel otot dengan menembus lapisan endotel, lalu dioksidasi atau diubah kembali menjadi trigliserida (Lestari, S., Santosa, S., 2017)

b. Transport trigliserida

Pencernaan lemak berlangsung di usus kecil, di mana lemak yang tidak larut dalam air bereaksi dengan lipase yang larut dalam air. Proses ini mengubah materi lipid menjadi globula – globula kecil yang distimulasi oleh garam empedu. Lipid yang telah tercerna kemudian membentuk asam lemak, monogliserida, dan asam empedu, yang diserap oleh sel – sel mukosa usus. Setelah itu, trigliserida disintesis kembali dan dilapisi oleh protein. Asam lemak kemudian masuk ke dalam sel lemak dan disintesis menjadi trigliserida (Lestari, S., Santosa, S., 2017).

c. Hipertrigliseridemia

Hipertrigliseridemia adalah peningkatan kadar trigliserida yang tidak normal dalam darah. Menurut Program Pendidikan Kolesterol Nasional (NCEP ATP III), tingkat trigliserida normal adalah <150 mg/dL. Hipertrigliseridemia dapat bersifat primer atau sekunder. Hipertrigliseridemia primer disebabkan oleh berbagai cacat genetik yang mengakibatkan metabolisme trigliserida yang tidak teratur. Penyebab hipertrigliseridemia sekunder adalah tinggi lemak, obesitas, dan diabetes. Peningkatan kadar trigliserida dapat memicu terjadinya aterosklerosis, penyakit jantung koroner, hipertensi, stroke, serta berbagai penyakit lainnya.

3. Faktor – faktor yang mempengaruhi kadar trigliserida

a. Umur

Kadar trigliserida dapat meningkat seiring bertambahnya usia, terutama pada penderita diabetes melitus tipe 2. Proses penuaan menyebabkan perubahan metabolisme dan hormon tubuh yang dapat meningkatkan resistensi insulin serta membuat kadar gula darah lebih sulit dikontrol. Kondisi hiperglikemia yang berlangsung lama dapat memicu pemecahan lemak berlebih sehingga produksi

trigliserida ikut meningkat. Pada usia lanjut, khususnya wanita yang telah menopause, penurunan hormon estrogen juga dapat menyebabkan peningkatan kadar trigliserida dan kolesterol sehingga risiko penyakit kardiovaskular menjadi lebih tinggi. Selain itu, pola hidup kurang sehat seperti konsumsi makanan tinggi kalori dan kurang aktivitas fisik dapat memperburuk gangguan metabolisme lemak. (Sinulingga dkk., 2020).

b. Jenis kelamin

Jenis kelamin merupakan salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap terjadinya dislipidemia, yaitu kondisi ketika kadar lemak dalam darah seperti trigliserida, kolesterol total, LDL, maupun HDL mengalami ketidakseimbangan atau peningkatan. Perbedaan hormon antara pria dan wanita, terutama adanya hormon *estrogen* pada wanita, dapat memengaruhi metabolisme lipid di dalam tubuh. Pada beberapa fase kehidupan, seperti masa kehamilan, penggunaan kontrasepsi hormonal, atau menjelang menopause, wanita cenderung mengalami perubahan metabolisme lemak yang membuat risiko terjadinya hipertrigliseridemia menjadi lebih tinggi dibandingkan pria. Kondisi ini menunjukkan bahwa faktor biologis dan hormonal memiliki peran besar dalam mempengaruhi kadar lipid darah seseorang.

c. Pola makan

Trigliserida adalah jenis lemak darah yang cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya berat badan, konsumsi diet tinggi gula atau lemak, dan gaya hidup yang kurang aktif. Peningkatan kadar trigliserida menjadi salah satu faktor risiko utama terjadinya penyakit jantung koroner dan stroke (Hidayati dkk., 2017). Kadar trigliserida yang tinggi biasanya menunjukkan bahwa asupan kalori

seseorang lebih besar dibandingkan dengan jumlah kalori yang dibakar melalui aktivitas fisik.

d. Lama menderita diabetes melitus

Durasi seseorang menderita DM sangat berpengaruh terhadap risiko komplikasi metabolik, termasuk perubahan kadar trigliserida. Pada awal penyakit, resistensi insulin mengganggu metabolisme lemak, meningkatkan pelepasan asam lemak bebas dan produksi VLDL oleh hati, sehingga kadar trigliserida naik (Sulistiani, 2023). Komplikasi kronis seperti retinopati, nefropati, dan gangguan vaskular umumnya muncul setelah lebih dari lima tahun akibat hiperglikemia jangka panjang. Tahun pertama biasanya menjadi masa adaptasi, sehingga dampak metabolik jangka panjang belum terlihat signifikan. Setelah lima tahun, penurunan fungsi sel β pankreas makin nyata dan kadar trigliserida cenderung lebih tinggi akibat lipolisis yang tidak terkontrol.

e. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik berperan penting dalam mengontrol kadar trigliserida. Gaya hidup aktif meningkatkan penggunaan energi dan metabolisme tubuh, sehingga mencegah penumpukan lemak darah. Aktivitas fisik dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok utama yaitu ringan, sedang, dan berat. Kategori ringan mencakup kegiatan seperti berjalan pelan, mengerjakan tugas rumah tangga yang tidak melelahkan, serta melakukan gerakan peregangan. Sedangkan kategori sedang melibatkan aktivitas seperti berjalan dengan kecepatan tinggi, berkebun, menari, atau bersepeda di permukaan yang rata dan tidak terlalu sulit. Adapun kategori berat termasuk jogging, pekerjaan fisik yang intens, serta latihan olahraga dengan tingkat intensitas tinggi. Klasifikasi ini berguna untuk mengevaluasi

seberapa besar upaya yang dikeluarkan seseorang dalam rutinitas harian (Kusumo, 2020).

f. Merokok

Peningkatan kadar trigliserida pada orang yang merokok aktif disebabkan oleh kandungan nikotin dan karbon monoksida (CO) dalam rokok. Zat – zat ini merangsang sistem simpatis adrenal, yang kemudian memicu pelepasan hormon katekolamin. Akibatnya, konsentrasi asam lemak bebas, laktat, dan gliserol dalam tubuh bisa. Selain itu, ada faktor risiko dari luar seperti pola makan, kelebihan berat badan, konsumsi alkohol, merokok, tekanan psikologis, dan tingkat aktivitas fisik. Sedangkan faktor internal yang perlu diperhatikan meliputi usia, jenis kelamin, dan riwayat keluarga. Kadar trigliserida juga bisa naik karena asupan karbohidrat atau lemak yang berlebihan, atau faktor lain (Syifani Aulia Ahnaf Athala, Retno Sulistiyowati dan Dhanti, 2024) .

4. Fungsi trigliserida

Trigliserida berperan sebagai bentuk penyimpanan energi yang paling efisien dalam tubuh. Lemak ini menyimpan kalori yang penting untuk mendukung berbagai proses yang memerlukan energi, seperti metabolisme. Sebagian besar trigliserida tersimpan dalam jaringan lemak, dengan sekitar 99% berada di dalam volume sel lemak. Selain sebagai cadangan energi, trigliserida dapat diubah menjadi kolesterol, fosfolipid, atau jenis lipid lainnya sesuai kebutuhan tubuh. Jaringan lemak yang mengandung trigliserida juga berfungsi melindungi organ dan tulang, bertindak sebagai bantalan untuk mencegah guncangan dan kerusakan organ – organ vital.

5. Kadar kolestrol

Beberapa studi mengungkapkan bahwa individu dengan diabetes melitus (DM) memiliki risiko lebih besar mengalami kenaikan kadar kolesterol total dibandingkan dengan orang yang tidak menderita diabetes. Insulin berperan penting dalam mengatur metabolisme lemak. Hormon ini dikenal memiliki efek antilipolitik, yang mampu menghambat kerja enzim lipase yang peka terhadap hormon. Pada pasien yang didiagnosis dengan DM tipe 2, terlihat penurunan kadar campesterol plasma yang merupakan indikator penyerapan kolesterol serta peningkatan kadar lathosterol plasma, yang menandai sintesis kolesterol. Kedua perubahan ini lah yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar kolesterol pada penderita DM (Rakhmawati, 2024).

6. Kelainan dislipidemia

Dislipidemia merupakan gangguan metabolisme lipid yang disebabkan oleh interaksi antara faktor genetik dan faktor lingkungan, yang ditandai dengan peningkatan kadar kolesterol total, trigliserida (TG), *low – density lipoprotein* (LDL), serta penurunan kadar *high – density lipoprotein* (HDL). Gambaran dislipidemia pada diabetes melitus tipe 2 yang paling umum adalah kenaikan kadar TG dan penurunan kadar HDL. Meskipun kadar LDL tidak selalu naik, partikel LDL akan mengalami modifikasi menjadi bentuk kecil dan padat yang bersifat aterogenik. Hipertrigliseridemia dapat disebabkan oleh diabetes melitus, konsumsi alkohol, gagal ginjal kronik, infark miokard, kehamilan, dan akromegali.

7. Metode pemeriksaan trigliserida

Pemeriksaan kadar trigliserida dapat dilakukan menggunakan berbagai metode, yaitu:

a. Metode enzimatik kolometri *gliserol peroksidase fosfat asam* (GPO – PAP)

Prinsip metode ini adalah trigliserida akan dihidrolisis oleh enzim lipase menghasilkan gliserol dan asam lemak. Gliserol difosforilasi oleh Adenosine Triphosphat (ATP) dengan Gliserol Kinase (GK) akan diubah menjadi Gliserol – 3 – fosfat dan Adenosine Diphosphat (ADP). Gliserol – 3 – fosfat dioksidasi menjadi Dihidroksieton Fosfat (DAP) oleh Gliserol Fosfat Oksidase (GPO) menghasilkan hidrogen peroksida (H_2O_2). Dalam reaksi warna yang dikatalisis oleh peroksidase, H_2O_2 bereaksi dengan 4 – aminoantipirin (4 – AAP) dan 4 – klorofenol (4 – CP) mengubah warna menjadi merah. Absorbansi zat warna sebanding dengan konsentrasi trigliserida pada sampel (Irakusuma, 2022). Metode ini memiliki kekurangan yaitu jika keadaan serum yang lisik, sampel yang lisik akan mempengaruhi hasilnya (Windarti, 2020).

b. Metode ultrasentrifuge

Metode ultrasentrifuge digunakan untuk memisahkan fraksi – fraksi lemak. Biasanya, lipid cenderung berasosiasi dengan protein, sehingga menghasilkan pembentukan lipoprotein. Penentuan berat jenis lipoprotein bergantung pada proporsi relatif lemak terhadap protein. Peningkatan rasio ini dikaitkan dengan penurunan berat jenis. Metode ini memiliki kekurangan di mana memerlukan waktu lama serta sampel yang lebih banyak, sehingga metode ini kurang tepat untuk digunakan karena dikhawatirkan akan merusak serum (T. E. Saputri, 2020).

c. Metode elektroforesi

Metode elektroforesis digunakan untuk memisahkan lipoprotein. Metode ini menggunakan bahan berbentuk gel agarosa karena sensitif dan dapat digunakan untuk memisahkan lipoprotein. Lipoprotein yang berjalan berurutan HDL>VLDL>LDL dan kilomikron pada tempatnya. Lipoprotein secara elektroforesis disebut sesuai mobilitasnya. HDL (α lipoprotein) bergerak menuju tempat α globulin sedangkan LDL (β lipoprotein) berpindah ke tempat β globulin dan VLDL (pre β globulin) (Puspitasari, 2017). Kelebihan metode ini dapat dinyatakan dengan akurat lipoprotein utama dalam plasma yang digunakan untuk metode referensi pada penelitian pasien Tipe III hiperlipoproteinemia, metode ini membutuhkan teknik laboran dan keahlian sehingga lebih banyak digunakan di laboratorium khusus dan tidak boleh digunakan di dalam laboratorium pemeriksaan rutin (Windarti, 2020).

C. Hubungan Diabetes Melitus dengan Kadar Trigliserida

Diabetes melitus memengaruhi metabolisme lipid sehingga sering ditemui peningkatan kadar trigliserida darah sebagai bagian dari dislipidemia diabetik. Gangguan ini muncul karena adanya defisiensi atau resistensi insulin yang mengubah proses lipolisis dan metabolisme trigliserida. Pada diabetes melitus tipe 1, peningkatan trigliserida lebih mungkin terjadi ketika kontrol glikemik buruk akibat kurangnya insulin, yang mempercepat pemecahan lemak dan menghambat aktivitas lipoprotein lipase, sehingga trigliserida menjadi tinggi terutama pada kondisi hiperglikemia berat atau ketoasidosis diabetikum. Sebaliknya, pada diabetes melitus tipe 2, resistensi insulin yang menetap meningkatkan aliran asam lemak bebas ke hati dan produksi very low density lipoprotein (VLDL), sehingga

kadar trigliserida cenderung tinggi secara lebih stabil. Walaupun mekanisme keduanya berbeda, baik diabetes tipe 1 maupun tipe 2 menunjukkan hubungan antara gangguan metabolisme glukosa dan peningkatan kadar trigliserida, khususnya bila kontrol diabetes tidak optimal (Schofield dkk., 2016)