

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi diabetes melitus

Diabetes adalah penyakit kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah akibat ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi insulin dalam jumlah yang cukup atau ketidakmampuannya untuk memanfaatkan insulin secara optimal. Insulin membantu glukosa memasuki sel untuk diubah menjadi energi atau disimpan, dan berperan dalam metabolisme protein dan lemak. Ketika insulin kekurangan atau sel-sel tubuh tidak sensitif terhadap insulin, glukosa menumpuk di dalam darah, menyebabkan hiperglikemia, tanda klinis utama diabetes (WHO, 2025).

Diabetes Melitus (DM) adalah penyakit atau gangguan metabolik kronis dengan berbagai penyebab, ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah dan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein akibat fungsi insulin yang tidak memadai. Jika tidak terkontrol, DM dapat memengaruhi sistem kardiovaskular, saraf, penglihatan, dan ginjal, sehingga meningkatkan risiko berbagai komplikasi. Komplikasi ini meliputi serangan jantung, stroke, infeksi kaki berat seperti gangren yang dapat menyebabkan amputasi, gagal ginjal, dan bahkan gangguan fungsi seksual. Secara umum, DM adalah penyakit metabolik jangka panjang yang terjadi ketika pankreas tidak memproduksi cukup insulin hormon yang berperan dalam menjaga kestabilan glukosa darah atau ketika tubuh tidak dapat memanfaatkan insulin yang dimilikinya dengan baik, sehingga

mengakibatkan peningkatan kadar gula darah atau hiperglikemia (Dinas Kesehatan Kota Denpasar, 2025).

2. Klasifikasi diabetes melitus

Ada beberapa klasifikasi dari diabetes melitus diantaranya diabetes melitus tipe 1, diabetes melitus tipe 2, diabetes tipe lain, dan diabetes gestasional

a. Diabetes melitus tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 umumnya terjadi pada anak-anak dan remaja. Sebelumnya, kondisi ini dikenal sebagai diabetes juvenil karena lebih umum terjadi pada usia muda, tetapi istilah ini telah ditinggalkan karena tipe ini juga dapat terjadi pada orang dewasa. Penyebab utama DM tipe 1 berkaitan dengan infeksi virus atau respons autoimun, yaitu gangguan sistem kekebalan tubuh yang merusak sel-sel β pankreas, sel yang bertanggung jawab untuk memproduksi insulin. Akibat kerusakan ini, pankreas tidak dapat memproduksi insulin sama sekali, sehingga pasien harus menerima suntikan insulin eksternal untuk bertahan hidup.

Gejala DM tipe 1 biasanya muncul tiba-tiba dan meliputi peningkatan rasa haus, sering buang air kecil (termasuk mengompol berulang pada anak-anak), penurunan berat badan, dan lemas. Tanpa pemberian insulin segera, kondisi ini dapat berkembang menjadi ketoasidosis atau koma diabetik.

Sebagian besar penderita tipe ini adalah anak-anak dan remaja. Peningkatan kasus pada kelompok usia ini mungkin berkaitan dengan kebiasaan makan yang tidak memadai, termasuk pemberian susu formula atau makanan pendamping sebelum usia 6 bulan. Faktor pemicu lainnya termasuk reaksi autoimun, infeksi enterovirus, dan paparan racun dari makanan (Suryanti dkk., 2025).

b. Diabetes melitus tipe 2

DM tipe ini merupakan yang paling umum, mencakup sekitar 90–95% dari seluruh kasus DM. Tidak seperti tipe I, DM tipe II umumnya terjadi pada orang dewasa, meskipun dapat juga terjadi pada remaja. Kondisi ini terjadi ketika sel-sel tubuh tidak merespons insulin dengan baik. Dengan kata lain, insulin yang membawa glukosa tidak dapat diserap secara optimal oleh sel, sehingga terjadi resistensi insulin. Resistensi ini pada akhirnya menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Kelebihan lemak pada individu obesitas seringkali menjadi faktor utama yang mengganggu efektivitas insulin. Kebanyakan penderita DM tipe II memiliki berat badan di atas normal, sehingga pengaturan pola makan dan pengurangan lemak tubuh merupakan bagian penting dalam mengelola penyakit ini, serta membantu mencegah komplikasi. (Nanik Nur Rosyidah, 2025)

Efek DM tipe II serupa dengan tipe I, yaitu kadar gula darah tinggi dan suplai energi yang tidak mencukupi ke sel-sel tubuh. Jika hiperglikemia berlangsung lama, pembuluh darah dan saraf dapat rusak, yang kemudian meningkatkan risiko komplikasi seperti penyakit jantung, stroke, gangguan penglihatan, kerusakan ginjal, dan bahkan amputasi.

c. Diabetes melitus tipe lain

DM tipe ini disebabkan oleh berbagai gangguan metabolisme yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Pemicunya dapat berupa kelainan genetik pada fungsi sel β atau kerja insulin, gangguan eksokrin pankreas, penyakit endokrin lainnya, infeksi virus, penyakit autoimun, dan berbagai sindrom genetik yang berkaitan dengan DM. DM ini juga dapat terjadi akibat penggunaan obat-

obatan tertentu atau paparan bahan kimia, seperti yang digunakan dalam terapi HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ (Suryanti dkk., 2025).

d. Diabetes melitus gestasional

Diabetes melitus jenis ini muncul selama kehamilan, ketika gangguan toleransi glukosa pertama kali terdeteksi, umumnya pada trimester kedua atau ketiga. DM gestasional terkait dengan meningkatnya risiko terjadinya komplikasi perinatal. Selain itu, wanita yang mengalami kondisi ini memiliki peluang lebih tinggi untuk berkembang menjadi diabetes melitus permanen dalam kurun waktu 5–10 tahun setelah melahirkan (Suryanti dkk., 2025).

3. Faktor-faktor diabetes melitus

Faktor risiko DM dibedakan menjadi faktor risiko yang dapat dimodifikasi seperti berat badan berlebih, aktifitas fisik, pola makan, dan stress. Sedangkan faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi adalah umur, jenis kelamin, lamanya menderita DM, dan riwayat keluarga.

a. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi

1. Usia

Bertambahnya usia dapat menyebabkan perubahan pada metabolisme karbohidrat serta gangguan dalam pelepasan insulin yang dipengaruhi oleh kadar glukosa darah. Selain itu, proses masuknya glukosa ke dalam sel juga dapat terhambat akibat penurunan kerja insulin. Individu yang berusia di atas 45 tahun dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan diabetes melitus (DM). Pada usia ≥ 45 tahun, risiko terjadinya DM dan intoleransi glukosa meningkat akibat proses degeneratif, yaitu menurunnya kemampuan tubuh dalam memetabolisme glukosa. Risiko intoleransi glukosa juga semakin tinggi seiring pertambahan usia, terutama

karena penurunan fungsi fisiologis yang mulai terjadi sekitar usia 40 tahun. Oleh karena itu, DM lebih sering ditemukan pada kelompok usia di atas 40 tahun (Amalliah, Muchtar and Afa, 2024).

2. Jenis kelamin

Jenis kelamin merupakan salah satu faktor yang berkaitan dengan kejadian DM. Perempuan cenderung memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Hal ini disebabkan oleh kadar kolesterol yang umumnya lebih tinggi pada perempuan serta adanya perbedaan aktivitas dan gaya hidup sehari-hari yang dapat memengaruhi terjadinya DM (Amalliah, Muchtar and Afa, 2024).

3. Lama menderita DM

Lamanya durasi penyakit diabetes menunjukkan berapa lama pasien tersebut menderita DM sejak ditegakkan diagnosis penyakit tersebut. Lamanya DM yang diderita ini dikaitkan dengan risiko terjadinya beberapa komplikasi yang timbul sesudahnya. Faktor utama pencetus komplikasi pada DM selain durasi atau lama menderita adalah tingkat keparahan diabetes. Semakin lama seseorang menderita DM maka semakin besar juga seseorang tersebut mengalami berbagai komplikasi (Jaida Ullya, Tahara Dilla Santi, 2024).

4. Riwayat keluarga

Riwayat keluarga dengan DM dapat meningkatkan peluang seseorang menderita DM sekitar 15%, serta risiko mengalami intoleransi glukosa yaitu ketidakmampuan tubuh memetabolisme karbohidrat secara normal sekitar 30%. Faktor genetik berperan dengan memengaruhi sel beta pankreas, sehingga mengubah kemampuannya dalam mengenali dan merespons rangsangan untuk mensekresikan insulin. Kondisi ini membuat individu lebih rentan terhadap

pengaruh faktor lingkungan yang dapat mengganggu integritas dan fungsi sel beta pancreas (Jaida Ullia, Tahara Dilla Santi, 2024).

b. Faktor Risiko yang dapat dimodifikasin

1. Aktifitas fisik

Individu dengan gaya hidup kurang aktif atau jarang berolahraga memiliki risiko lebih tinggi mengalami diabetes melitus dibandingkan dengan mereka yang rutin melakukan aktivitas fisik. Hal ini karena saat beraktivitas, otot menggunakan lebih banyak glukosa dibandingkan saat istirahat, sehingga kadar glukosa darah menurun dan kerja insulin menjadi lebih efektif (Amalliah, Muchtar and Afa, 2024).

2. Pola makan

Pola konsumsi makanan dan minuman manis yang merupakan salah satu faktor risiko DM. Tinggi pravelensi konsumsi makanan dan minuman manis dapat berkontribusi terhadap tingginya kejadian diabetes (Amalliah, Muchtar and Afa, 2024).

3. Berat badan berlebih

Kegemukan adalah kondisi penumpukan lemak berlebih yang terjadi akibat ketidakseimbangan antara asupan kalori dan kebutuhan energi tubuh. Kondisi ini juga dapat disebut sebagai kelebihan berat badan, yang menyebabkan penurunan jumlah reseptor insulin pada sel otot rangka dan jaringan lemak sehingga menimbulkan resistensi insulin perifer. Selain itu, obesitas dapat mengganggu fungsi sel beta pankreas dalam melepaskan insulin saat kadar glukosa darah meningkat (Amalliah, Muchtar and Afa, 2024).

4. Stres

Stres merupakan respons individu, baik secara fisik maupun psikologis, akibat adanya perubahan atau tekanan. Kondisi ini muncul ketika terdapat ketidakseimbangan antara tuntutan yang dihadapi dengan kemampuan untuk mengatasinya. Saat mengalami stres, terjadi peningkatan beberapa hormon dalam tubuh. Dalam keadaan tersebut, kelenjar adrenal akan meningkatkan produksi hormon kortisol. Kortisol berperan melawan kerja insulin sehingga dapat meningkatkan kadar glukosa darah. Kelebihan produksi kortisol dapat menyebabkan gangguan tidur, depresi, penurunan tekanan darah, tubuh terasa lemas, serta peningkatan nafsu makan (Amalliah, Muchtar and Afa, 2024)..

4. Komplikasi diabetes melitus

Komplikasi DM merupakan gangguan atau kondisi serius yang muncul akibat diabetes yang tidak ditangani dengan baik. Komplikasi ini dapat berkembang secara akut maupun kronis.

a. Komplikasi akut

1. Hiperglikemia, adalah meningkatnya kadar gula darah secara tiba-tiba, hal itu dapat berkembang menjadi keadaan metabolisme yang berbahaya, antara lain ketoasidosis diabetik (KAD), Status Hiperglikemia Hiperosmolar (SHH).
2. Hipoglikemia, ditandai dengan menurunnya kadar gula darah <70 mg/dL. Hipoglikemia dibagi menjadi 2 yaitu hipoglikemia ringan dan hipoglikemia berat.

b. Komplikasi kronis

1. Komplikasi makrovaskuler, yang umum berkembang pada penderita DM adalah penyakit jantung koroner, penyakit serebrovaskular, dan penyakit arteri perifer.
2. Komplikasi mikrovaskuler, terutama terjadi pada penderita DM tipe 1 dan 2 seperti nefropati diabetik, diabetik retinopati (kebutaan), dan neuropati. (Febriani dkk., 2023)

5. Gejala klinis diabetes melitus

Menurut (Suryanti dkk., 2025) ada beberapa gejala klinis diabetes melitus :

1. Gejala akut
 - a. Poliuria adalah kondisi di mana seseorang buang air kecil lebih sering, terutama di malam hari. Pada penderita DM, produksi urine meningkat dibandingkan orang normal karena kadar glukosa yang tinggi menyebabkan urine menjadi sangat pekat. Hal ini melemahkan ginjal. Untuk mengurangi kepadatan urine, ginjal menarik lebih banyak udara dari sel-sel tubuh, sehingga meningkatkan volume urine.
 - b. Polidipsia adalah peningkatan asupan udara akibat rasa haus yang berlebihan. Rasa haus ini terjadi karena ginjal menarik udara dari sel-sel untuk mengencerkan urine, menyebabkan sel-sel mengalami dehidrasi dan memicu keinginan untuk minum lebih banyak.
 - c. Poliphagia menyebabkan penderita DM mudah merasa lelah, lemas, dan mabuk. Kondisi ini menyebabkan otak mengartikan kekurangan energi sebagai rasa lapar, sehingga penderita cenderung makan lebih banyak.

2. Gejala kronik

- a. Penurunan berat badan pada penderita DM terjadi karena sel-sel tubuh kekurangan cairan dan tidak menerima cukup energi, sehingga sel-sel tersebut menyusut. Selain itu, hilangnya glukosa dalam urine juga mengakibatkan kehilangan kalori yang signifikan. Akibatnya, jaringan tubuh, terutama otot, menyusut, dan terjadi penurunan berat badan yang signifikan.
- b. Kesemutan. Sensasi kesemutan muncul akibat kerusakan pembuluh darah akibat kadar glukosa darah yang tinggi. Bagian tubuh yang terkena tidak menerima suplai darah yang memadai, sehingga menimbulkan sensasi ini.
- c. Luka yang sulit sembuh ketika kadar gula darah melebihi 200 mg/dL, sistem kekebalan tubuh penderita DM melemah. Oleh karena itu, luka pada penderita DM cenderung lebih lambat sembuh dibandingkan pada orang sehat.
- d. Penglihatan kabur penebalan pembuluh darah di mata juga umum terjadi pada penderita DM. Penebalan pembuluh darah mata ini menyebabkan penglihatan kabur dan, pada kasus yang parah, dapat menyebabkan kebutaan.

B. Ginjal

1. Definisi ginjal

Ginjal adalah sepasang organ yang berukuran kurang lebih sebesar kepalan tangan dan menyumbang sekitar 1% dari total berat badan. Organ ini terletak di bagian belakang rongga abdomen, tepatnya di area retroperitoneal pada kedua sisi tulang belakang lumbal sekitar vertebra lumbalis III, serta menempel pada dinding abdomen. Posisi ginjal berada di belakang peritoneum, mulai dari bagian tengah belakang tulang rusuk hingga ke bawah. Bentuknya menyerupai biji kacang merah, dengan ukuran ginjal kiri umumnya lebih besar dibandingkan ginjal kanan. Pada

orang dewasa, berat ginjal sekitar 200 gram, dan ginjal pada laki-laki biasanya lebih panjang dibandingkan pada perempuan. Ginjal merupakan organ vital dalam tubuh, sehingga gangguan pada ginjal dapat menimbulkan berbagai komplikasi kesehatan (Alwiyah dkk., 2024)

2. Jenis pemeriksaan ginjal

Beberapa metode pemeriksaan laboratorium dapat digunakan untuk menilai fungsi ginjal, salah satunya dengan mengukur zat sisa metabolisme yang diekskresikan melalui ginjal, seperti ureum dan kreatinin.

1. Pemeriksaan kadar kreatinin

Kreatinin merupakan hasil pemecahan kreatin fosfat pada otot yang diproduksi secara konstan sesuai dengan massa otot tubuh. Kadar kreatinin berkaitan dengan massa otot dan dapat mencerminkan perubahan fungsi ginjal. Kreatinin dianggap sebagai indikator yang baik untuk menilai fungsi ginjal karena diproduksi secara stabil, difiltrasi oleh ginjal, tidak mengalami reabsorpsi, dan hanya sedikit disekresikan oleh tubulus proksimal (Verdiansah, 2016).

2. Pemeriksaan kadar ureum

Ureum adalah produk akhir dari metabolisme protein dan asam amino yang dihasilkan di hati, kemudian diedarkan melalui cairan tubuh ke dalam darah untuk difiltrasi oleh glomerulus. Pemeriksaan ureum bermanfaat dalam membantu diagnosis gagal ginjal akut. Namun, klirens ureum kurang akurat karena dipengaruhi oleh asupan makanan. Meski demikian, kadar ureum dalam serum tetap dapat digunakan untuk mengevaluasi fungsi ginjal, status hidrasi, keseimbangan nitrogen, perkembangan penyakit ginjal, serta efektivitas hemodialisis (Verdiansah, 2016).

C. Kreatinin

1. Definisi kreatinin

Kreatinin adalah produk akhir metabolisme kreatin fosfat yang berasal dari otot rangka dan dihasilkan secara relatif konstan. Kemudian diekskresikan melalui ginjal terutama melalui proses filtrasi glomerulus. Oleh karena itu, kadar kreatinin serum digunakan sebagai parameter utama untuk menilai fungsi ginjal dalam praktik klinik dan pemeriksaan laboratorium. Peningkatan kadar kreatinin serum umumnya menunjukkan adanya penurunan laju filtrasi glomerulus yang mencerminkan gangguan fungsi ginjal. (Kemenkes, 2020)

2. Kadar kreatinin

Nilai rujukan kadar kreatinin:

Table 1

Nilai Rujukan Kadar Kreatinin

Rendah	Normal	Tinggi
<0.05 mg/dL	0.50 – 0.90 mg/dL	>0.90 mg/dL

Sumber: (Kemenkes, 2025)

3. Metode pemeriksaan kreatinin

1. Metode *Jaffé*

Pada pemeriksaan kreatinin dengan metode ini memiliki prinsip pemeriksaan yaitu reaksi antara kreatinin dalam suasana alkalis dengan asam pikrat akan membentuk kompleks senyawa berwarna kuning jingga. Alat yang digunakan adalah kimia analyzer/BA200.

2. Metode kinetik

Pada pemeriksaan kreatinin dengan metode ini relatif sama hanya dalam proses pembacaan dibutuhkan sekali pembacaan yang tepat. Alat yang digunakan autoanalyzer.

3. Metode *Enzymatic-Calorimetic-Kinetic*

Pada pengukuran ini memiliki substrat sebagai dasar dari metode. Substrat yang terdapat pada sampel akan bereaksi dengan enzim dan membentuk suatu senyawa substrat. Enzim yang digunakan yaitu enzim kreatininase. Enzim ini akan mengkatalisis kreatinin menjadi kreatin, dengan penambahan multienzim serial (enzim kreatininase, enzim kreatin kinase, piruvat kinase, dan laktat dehydrogenase) akan terjadi perubahan warna (Paramita, 2019).

4. Hubungan kreatinin dengan DM

Penderita DM umumnya mengalami hiperglikemia, atau peningkatan kadar gula darah, yang dapat merusak dinding pembuluh darah, melemahkan, dan mengiritasinya. Kondisi ini memicu komplikasi mikrovaskular. Kerusakan ini mengakibatkan penyempitan lumen pembuluh darah dan berkurangnya aliran darah ke ginjal, yang menghambat filtrasi glomerulus. Gangguan filtrasi ini menurunkan fungsi ginjal dan ditandai dengan peningkatan kadar urea dan kreatinin darah. Lebih lanjut, peningkatan kadar kreatinin juga dapat dipengaruhi oleh pola makan tinggi protein. Karena penderita DM cenderung mengurangi asupan karbohidrat, mereka sering menggantinya dengan makanan kaya protein seperti ikan dan daging sebagai sumber energi, yang kemudian meningkatkan produksi kreatin di otot dan memengaruhi kadar kreatinin dalam tubuh (Yudistira, 2021).

Namun, pada beberapa penderita diabetes melitus juga dapat ditemukan kadar kreatinin yang rendah. Kondisi ini umumnya berkaitan dengan penurunan massa otot, status nutrisi yang kurang baik, serta gangguan metabolisme kronis akibat diabetes melitus. Pada penderita DM, gangguan penggunaan glukosa sebagai sumber energi menyebabkan tubuh memanfaatkan cadangan protein otot sebagai sumber energi alternatif. Proses tersebut menyebabkan penurunan massa otot secara bertahap sehingga produksi kreatinin ikut menurun. Selain itu, penderita DM dengan usia lanjut atau lama menderita penyakit yang cukup panjang juga sering mengalami penurunan nafsu makan, pembatasan asupan protein, dan penurunan aktivitas fisik yang turut memengaruhi rendahnya kadar kreatinin dalam darah. Oleh karena itu, kadar kreatinin pada penderita diabetes melitus dapat mengalami peningkatan maupun penurunan tergantung kondisi fungsi ginjal, status metabolik, asupan protein, serta massa otot penderita Murai dkk, (2018).