

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi diabetes melitus

Sekelompok kondisi metabolik yang disebabkan oleh masalah dengan insulin secara bersama-sama disebut sebagai diabetes melitus (DM), suatu penyakit tidak menular. Kadar gula darah meningkat akibat ketidakseimbangan yang disebabkan oleh pankreas yang memproduksi insulin dalam jumlah tidak memadai (Silalahi, 2019). Kadar gula darah yang terus meningkat dan kelainan pada metabolisme protein, lipid, dan karbohidrat yang disebabkan oleh penurunan sekresi insulin atau keduanya merupakan ciri khas penyakit metabolik ini (Kardika, Herawati dan Yasa, 2019).

Penurunan jumlah insulin yang diproduksi pankreas menyebabkan hiperglikemia, atau peningkatan kadar gula darah, pada penderita diabetes melitus, yaitu penyakit metabolik pada pankreas (Adinda dkk, 2024). Penyakit ini menyebabkan berbagai masalah mikrovaskular dan makrovaskular. Jika diabetes melitus tidak diobati dengan cepat dan efektif, dapat menyebabkan penyakit kardiovaskular, yang bisa sangat berbahaya (Lestari, Zulkarnain dan Sijid, 2021). Diabetes melitus hadir dalam berbagai bentuk, masing-masing disebabkan oleh interaksi kompleks antara variabel lingkungan dan keturunan. Diabetes melitus disebabkan oleh sejumlah proses patologis, mulai dari cacat yang mengakibatkan

resistensi insulin hingga hilangnya sel β pankreas, yang mengakibatkan kekurangan insulin (Ardana dan Berawi, 2015).

Klasifikasi DM secara klinis terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu tipe 1, tipe 2, dan diabetes melitus gestasional. Diabetes tipe 1 disebabkan oleh reaksi autoimun terhadap protein yang ditemukan dalam sel beta pankreas, yang mengakibatkan kematian sel beta dan penghentian produksi insulin. Diabetes tipe 2 disebabkan oleh gabungan variabel genetik yang terkait dengan penurunan produksi insulin dan resistensi insulin, serta faktor lingkungan seperti obesitas, malnutrisi, stres, dan penuaan (Lestari, Zulkarnain dan Sijid, 2021).

2. Epidemiologi diabetes melitus

Menurut International Diabetes Federation, (2025) diabetes melitus (DM) disebut sebagai salah satu masalah kesehatan global yang paling cepat berkembang di abad ke-21. Pada tahun 2024, diperkirakan 589 juta orang rentang berusia antara 20 dan 79 tahun akan menderita diabetes, yang mewakili 11,1% dari seluruh orang dewasa dalam kelompok usia tersebut secara global. Pada tahun 2050, angka ini diprediksi akan meningkat sebesar 45% menjadi 852,5 juta, meskipun populasi dunia hanya tumbuh sebesar 25% pada saat itu. Diabetes menjadi jauh lebih umum tidak hanya di negara-negara berpenghasilan tinggi tetapi juga di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah seperti Indonesia.

Indonesia merupakan bagian dari Asia Tenggara, yang memiliki prevalensi diabetes yang tinggi. Diperkirakan 106,9 juta individu, atau sekitar 10,2% dari populasi dewasa, akan menderita diabetes pada tahun 2024. Di Asia Tenggara, Indonesia memiliki jumlah penderita diabetes tertinggi kelima. Yang lebih

mengkhawatirkan adalah fakta bahwa 42% individu di Asia Tenggara yang menderita diabetes tidak memiliki diagnosis. Indonesia memiliki salah satu tingkat diabetes yang tidak terdiagnosis tertinggi di Asia Tenggara, dengan 73% penduduknya hidup dengan penyakit tersebut. Secara global, diabetes merupakan penyebab utama kematian. Diperkirakan 3,4 juta individu berusia antara 20 dan 79 tahun akan meninggal karena diabetes atau komplikasinya pada tahun 2024, yang menyumbang 9,3% dari semua kematian di seluruh dunia. Menurut penelitian, diabetes diprediksi akan menyebabkan 374.000 kematian di Asia Tenggara pada tahun 2024 (International Diabetes Federation, 2025)

3. Klasifikasi diabetes melitus

Diabetes tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasional, dan bentuk-bentuk khusus diabetes lainnya termasuk di antara beberapa klasifikasi atau kategori diabetes melitus (DM), suatu penyakit tidak menular. Pengobatan klinis, patologi, dan epidemiologi memberikan dasar bagi sistem kategorisasi diabetes yang optimal. Berdasarkan pengobatan klinis dan kebutuhan terapi insulin, khususnya pada saat diagnosis, beberapa ahli menyarankan untuk mengklasifikasikan diabetes melitus (Kazi and Blonde, 2019).

a. Diabetes melitus tipe 1

Diabetes Melitus Bergantung Insulin (IDDM), nama lain untuk diabetes melitus tipe 1, adalah kondisi yang disebabkan oleh respons autoimun atau kerusakan pada sel β pankreas (Kardika, Herawati dan Yasa, 2019). Pada penyakit diabetes melitus tipe 1 penderita akan mengalami resistensi insulin pada otot adalah salah satu kelainan yang paling awal terdeteksi dari DM tipe

1 (Lestari, Zulkarnain dan Sijid, 2021). Sebagian besar penderita pada tipe 2 terjadi karena proses autoimun dan sebagian kecil non autoimun. Dan sebagian besar terjadi sebelum usia 30 tahun dan DM tipe ini diperkirakan terjadi sekitar 5-10% dari seluruh kasus DM yang ada (Kardika, Herawati dan Yasa, 2019).

b. Diabetes melitus tipe 2

Diabetes tipe 2, yang kadang-kadang disebut sebagai diabetes melitus non-insulin dependen (NIDDM), adalah kondisi yang disebabkan oleh penurunan aktivitas sel β dan penurunan efektivitas insulin di jaringan perifer (Kardika, Herawati dan Yasa, 2019). Meskipun diabetes tipe 2 biasanya menyerang orang dewasa, semakin banyak anak-anak dan remaja yang mengidap penyakit ini. Banyak variabel genetik yang terkait dengan penurunan produksi insulin menyebabkan diabetes melitus tipe 2 (Lestari, Zulkarnain dan Sijid, 2021). Kelainan pada produksi insulin, fungsi insulin, atau keduanya dapat menyebabkan diabetes tipe 2 (Widiasari, Kusuma dan Saputra, 2021). Tubuh seseorang menjadi kurang responsif terhadap insulin seiring bertambahnya berat badan atau memasuki usia rentan, dan inilah bagaimana penyakit ini sering berkembang (Yanto dan Setyawati, 2017).

Diabetes melitus tipe 2 (DM), suatu kondisi hiperglikemia, disebabkan oleh ketidakpekaan sel terhadap insulin. Kadar insulin mungkin berada dalam kisaran normal atau sedikit lebih rendah. DM tipe 2 yang sebelumnya sering diistilahkan sebagai non insulin dependent diabetes mellitus (NIDDM), merupakan gangguan metabolik dengan karakteristik utama berupa hiperglikemia kronis. Kondisi ini berakar pada resistensi jaringan terhadap

aktivitas insulin atau kegagalan sel beta pankreas dalam memproduksi insulin secara adekuat. Secara klinis, faktor risiko yang memicu patogenesis DM tipe 2 diklasifikasikan kedalam dua kelompok utama, yaitu dapat diubah dan tidak dapat diubah. Faktor risiko yang dapat diubah meliputi merokok, obesitas, disleksia, nutrisi buruk, tekanan darah tinggi, dan kurangnya aktivitas fisik. Genetika, usia, dan riwayat keluarga adalah faktor risiko yang tidak dapat diubah. Penelitian menunjukkan bahwa menerapkan perubahan gaya hidup seperti berhenti mengonsumsi alkohol dan tembakau, mengonsumsi makanan seimbang, berolahraga secara teratur, dan menjaga berat badan yang sehat akan membantu mencegah diabetes melitus tipe 2 (Shawputri dkk, 2024).

Mengonsumsi nasi putih sebagai makanan pokok dan sumber kalori utama dapat berdampak negatif meskipun kandungan seratnya rendah. Ketika tubuh mengonsumsi terlalu banyak kalori dan lemak, kadar glukosa darah dapat meningkat tanpa disengaja. Masalah serius seperti hiperglikemia (kadar glukosa darah tinggi), yang dapat mengakibatkan dampak jangka panjang termasuk kerusakan saraf dan ginjal serta kerusakan jantung, dapat disebabkan oleh kadar glukosa darah yang lebih tinggi ini (Wijayanti, Nurbati dan Maqfiroch, 2020).

c. Diabetes gestasional

Suatu jenis diabetes yang dikenal sebagai diabetes gestasional, yang meningkatkan kadar gula darah selama kehamilan dan seringkali hilang setelah melahirkan, disebabkan oleh intoleransi glukosa pada wanita hamil yang belum didiagnosis menderita diabetes melitus. Jenis diabetes ini sering terjadi pada

wanita hamil dan hanya dapat diidentifikasi memasuki usia kehamilan 20 minggu, terjadi lonjakan hormon plasenta yang bersifat berlawanan dengan insulin, sehingga mengganggu homeostatis glukosa. Peningkatan masalah prenatal dan risiko penyakit metabolik di masa depan pada ibu dan anak dikaitkan dengan GDM (Adli, 2021).

4. Patofisiologi diabetes melitus

Resistensi insulin atau penurunan sensitivitas insulin adalah penyebab diabetes melitus tipe 2. Kegagalan sel β pankreas pada diabetes tipe 2 dapat menyebabkan metabolisme glukosa dan resistensi insulin, yang dapat meningkatkan sintesis glukosa oleh hati dalam lingkungan basa (Azizah dan Novrianti, 2022). Resistensi insulin akan muncul terlebih dahulu, kemudian akan terjadi peningkatan sekresi insulin. Kadar glukosa normal dipertahankan oleh sel beta, yang mengimbangi ketiadaan resistensi insulin. Meskipun seseorang mungkin mengalami prediabetes, atau penurunan toleransi glukosa, pada tahap ini, mereka mungkin belum memenuhi persyaratan untuk diabetes melitus (Rosyidah dan Cahyono, 2025). diabetes melitus didiagnosis ketika kadar glukosa darah meningkat dan aktivitas sel beta pankreas memburuk, suatu kondisi yang dikenal sebagai disfungsi sel beta, dan sel beta tidak lagi mampu menyesuaikan diri dengan resistensi insulin (Sari, Samekto dan Adi, 2020).

Meskipun kadar glukosa darah sudah tinggi, hati terus melepaskan glukosa ke dalam darah karena insulin tidak lagi mampu mengendalikan sintesis glukosa di hati secara efektif. Ketidakmampuan tubuh untuk bereaksi terhadap insulin menyebabkan penggunaan insulin yang tidak efisien, yang sering dikenal sebagai

hiperglikemia atau peningkatan kadar glukosa darah. Hormon insulin membantu mengubah glukosa darah menjadi energi yang dapat digunakan sel. Setelah kebutuhan energi terpenuhi, glukosa berlebih disimpan sebagai glikogen di otot dan hati, kemudian dapat diubah kembali menjadi energi. Proses konversi dan penyimpanan ini membutuhkan insulin. Diabetes melitus menyebabkan penurunan produksi insulin. Akumulasi glukosa dalam sirkulasi darah terjadi akibat resistensi insulin, yang menghambat masuknya glukosa ke dalam sel tubuh sehingga glukosa diekskresikan melalui urine (Rahmawati dkk., 2025).

Ketika sel tidak mampu menggunakan glukosa seefisien mungkin karena aktivitas insulin yang terganggu, jalur produksi keton dimulai dengan peningkatan pemecahan lemak. Trigliserida dipecah menjadi asam lemak sebagai akibat dari tubuh yang beralih menggunakan lemak sebagai sumber energi dalam keadaan ini. Setelah memasuki hati, asam lemak ini diubah menjadi aseton, beta-hidroksibutirat, dan asetoasetat, di antara badan keton lainnya. Ini dapat digunakan oleh banyak jaringan, terutama organ dengan kebutuhan energi tinggi, dan larut dalam air. Ketosis terjadi ketika tubuh memproduksi lebih banyak keton daripada yang dapat digunakannya, yang menyebabkan penumpukan keton dalam darah. Kondisi seperti puasa lama atau aktivitas berat dapat meningkatkan kadar keton, namun resiko terbesar terjadi pada pasien DM. Pada diabetes yang tidak terkontrol, kurangnya insulin membuat glukosa sulit masuk ke sel sehingga tubuh bergantung pada pemecahan lemak. Akibatnya keton terbentuk dalam jumlah berlebih dan menyebabkan peningkatan kadar keton dalam darah maupun urine. Jika terus berlanjut, keadaan ini dapat berkebalak ini menjadi ketoasidosis diabetik (DKA),

yaitu kondisi serius akibat penumpukan keton dan gangguan keseimbangan asam-basa (Syahrani, 2023).

Banyak variabel, baik yang dapat dimodifikasi maupun yang tidak dapat dimodifikasi, seringkali menjadi penyebab diabetes tipe 2. Unsur yang tidak dapat dimodifikasi meliputi hal-hal seperti genetika, usia, dan jenis kelamin. Pola makan, gaya hidup, dan obesitas adalah variabel yang dapat dimodifikasi (Azizah and Novrianti, 2022).

5. Gejala diabetes melitus

Menurut Marlina, (2019) gejala pada penyakit diabetes melitus yang sering muncul adalah:

a. Poliuri

Salah satu tanda awal diabetes melitus adalah poliuria, yang muncul ketika kadar gula darah berada antara 160 dan 180 mg/dL. Kadar glukosa darah yang tinggi dikeluarkan melalui urine; ginjal menghasilkan lebih banyak urine seiring dengan meningkatnya kadar glukosa darah.

b. Polidipsi

Seseorang dengan polidipsia akan mengeluarkan urine dalam jumlah besar, yang akan membuat mereka merasa sangat haus dan mendorong mereka untuk minum lebih sering.

c. Polifagi

Penyakit yang dikenal sebagai polifagia disebabkan oleh penurunan kemampuan insulin untuk mengontrol kadar gula darah, yang membuat penderitanya merasa sangat lapar.

d. Berat badan menurun

Turunnya berat badan dikarenakan tubuh memecah cadangan energi lain yang ada dalam tubuh seperti lemak.

6. Faktor- Faktor yang berhubungan dengan diabetes melitus

Faktor-faktor yang berhubungan dengan diabetes melitus tipe 2 adalah berbagai aspek demografi, klinis, dan perilaku yang dapat mempengaruhi terjadinya resistensi insulin, pengendalian kadar glukosa darah, serta resiko komplikasi pada penderita diabetes melitus tipe 2. Adapun beberapa faktor yang berhubungan dengan penyakit diabetes melitus tipe 2 antara lain:

a. Usia

Sejumlah penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa usia merupakan salah satu faktor resiko terjadinya diabetes melitus tipe 2. Seiring bertambahnya usia, terjadi penurunan fungsi metabolisme tubuh akibat berkurangnya kinerja organ-organ tubuh (Shawputri dkk., 2024). Pada usia di atas 40 tahun, tubuh mulai mengalami penurunan fungsi secara bertahap. Perubahan tersebut meliputi aspek fisiologis dan metabolisme, khususnya pada fungsi pankreas yang cenderung menurun seiring bertambahnya usia. Pankreas memiliki peranan penting dalam mengatur kadar glukosa darah melalui produksi insulin. Penurunan fungsi metabolisme pankreas dapat mengganggu pengendalian kadar gula darah sehingga meningkatkan resiko terjadinya resistensi insulin dan diabetes melitus tipe 2 (Milita, Handayani dan Setiaji, 2021). Menurut Rohmatulloh dkk., (2024) mengelompokkan usia penderita diabetes melitus tipe 2 menjadi dua kategori, yaitu kurang dari 45 tahun dan usia 45 tahun atau lebih. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa sebagian besar penderita berada pada kelompok usia 45 tahun atau lebih dibandingkan dengan kelompok usia dibawah 45 tahun. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa diabetes melitus tipe 2 lebih banyak terjadi pada kelompok usia dewasa akhir hingga lanjut usia. Dengan demikian, usia 45 tahun atau lebih merupakan kategori usia yang dominan dalam kejadian diabetes melitus tipe 2.

Usia lebih dari 45 tahun umumnya dikategorikan sebagai usia pertengahan hingga awal lanjut usia. Menurut klasifikasi World Health Organization (WHO), usia 45-59 tahun termasuk dalam kelompok usia pertengahan, sedangkan usia 60 tahun keatas digolongkan sebagai lanjut usia (WHO,2015). di Indonesia, Kementerian Kesehatan melalui laporan Riskedas menunjukkan bahwa prevalensi diabetes melitus meningkat secara signifikan pada kelompok usia ≥ 45 tahun (Riskedas, 2018). Pada rentang usia tersebut terjadi proses penuaan yang ditandai dengan perubahan fisiologis dan metabolik, termasuk penurunan sensitivitas insulin serta gangguan fungsi sel beta pankreas. Kondisi ini berkontribusi terhadap meningkatnya resiko resistensi insulin dan DM tipe 2. Oleh karena itu berbagai pedoman klinis dan penelitian epidemiologi menggunakan batas usia ≥ 45 tahun sebagai kategori usia beresiko dalam kejadian diabetes melitus tipe 2 (Association, 2024).

b. Jenis kelamin

Jenis kelamin merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kejadian diabetes melitus tipe 2 karena berkaitan dengan perbedaan biologis, hormonal, dan komposisi tubuh antara laki-laki dan perempuan. Perbedaan distribusi lemak tubuh

menjadi salah satu mekanisme yang berperan dalam patogenesis penyakit ini. Pada perempuan, perubahan hormonal terutama penurunan kadar eksterogen setelah menopause dapat menurunkan sensitivitas insulin sehingga meningkatkan resiko terjadinya resistensi insulin dan hiperglikemia. Selain itu peningkatan indeks masa tubuh dan lingkar pinggang pada perempuan juga berkontribusi terhadap peningkatan resiko DM tipe 2. Meskipun demikian, beberapa penelitian menunjukkan bahwa tidak selalu terdapat hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dan kejadian DM tipe 2. Jenis kelamin laki-laki maupun perempuan memiliki peluang yang relatif sama untuk mengalami penyakit DM tipe 2. Hubungan jenis kelamin dengan diabetes melitus tipe 2 dipengaruhi oleh interaksi antara faktor biologis, hormonal, dan gaya hidup (Rohmatulloh dkk., 2024).

c. Lama menderita DM

Lama menderita diabetes melitus merupakan rentang waktu sejak seseorang pertama kali didiagnosis diabetes melitus hingga saat dilakukan penelitian. Semakin lama seseorang menderita diabetes melitus, semakin besar kemungkinan terjadinya gangguan metabolik akibat hiperglikemia yang berlangsung kronis. Hiperglikemia jangka panjang menyebabkan penurunan fungsi sel beta pankreas serta peningkatan resistensi insulin, sehingga pengendalian kadar glukosa darah menjadi semakin sulit (Andayani dan Rohayati, 2023). Kondisi tersebut dapat memicu munculnya berbagai komplikasi pada organ target seperti ginjal, mata, pembuluh darah, jantung, dan sistem saraf.

Durasi menderita diabetes melitus juga berpengaruh terhadap kemampuan pasien dalam menjalani perawatan diri dan kepatuhan terhadap terapi. Pasien

dengan lama menderita yang lebih panjang cenderung mengalami kelelahan dalam menjalani pengobatan jangka panjang, yang dapat menurunkan kepatuhan terapi dan berdampak pada kontrol glikemik. Sebaliknya, pada fase awal diagnosis pasien umumnya masih memiliki motivasi yang lebih tinggi untuk menjalani pengobatan dan perubahan gaya hidup (Restada, 2016).

Penetapan kategori lama menderita diabetes melitus tipe 2 menjadi <5 tahun dan ≥ 5 tahun didasarkan pada pertimbangan klinis dan metodologis. Secara klinis durasi penyakit selama lima tahun atau lebih mencerminkan paparan hiperglikemia yang berlangsung kronis, yang dapat menyebabkan penurunan fungsi sel beta pankreas serta peningkatan resistensi insulin. kondisi tersebut berkontribusi terhadap gangguan metabolisme karbohidrat dan lemak yang dapat meningkatkan resiko terjadinya glukosa urine dan pembentukan badan keton dalam urine (Kayar *et al.*, 2017). Selain itu durasi menderita diabetes melitus tipe 2 yang lebih lama berhubungan dengan meningkatnya resiko komplikasi metabolik akibat pengendalian glukosa darah yang kurang optimal dalam jangka panjang. Pada pasien dengan lama menderita ≥ 5 tahun, ketidakseimbangan metabolik cenderung lebih sering terjadi sehingga memungkinkan ditemukannya kadar glukosa urine dan keton urine yang lebih tinggi dibandingkan pasien dengan lama menderita < 5 tahun (Andayani dan Rohayati, 2023).

d. Kepatuhan minum obat

Kepatuhan pasien untuk meminum obat merupakan peranan yang sangat penting untuk memacu keberhasilan pengobatannya untuk menjaga agar kadar glukosa darah dan tekanan darah dalam tubuh tetap normal (Mokolomban, Wiyono

and Mpila, 2018). Kepatuhan minum obat sangat penting dalam menunjang keberhasilan terapi serta menjamin pengendalian kadar gula darah yang optimal pada penderita DM. Ketidakpatuhan dalam pengobatan dapat menyebabkan kadar glukosa yang tidak terkontrol sehingga dapat memicu terjadinya komplikasi yang serius seperti gagal ginjal dan penyakit jantung. Kepatuhan minum obat akan diukur menggunakan instrumen MMAS-8.

Morisky Medication Adherence Scale-8 (MMAS-8) merupakan instrument *self report* yang banyak digunakan untuk mengukur Tingkat kepatuhan pasien terhadap terapi penyakit kronis, termasuk diabetes melitus tipe 2. Instrument ini terdiri dari delapan pertanyaan yang mengevaluasi perilaku pasien terkait lupa minum obat, penghentian terapi tanpa konsultasi, serta kesulitan mempertahankan kepatuhan pengobatan (Laghousi *et al.*, 2021). Instrumen *Morisky Medication Adherence Scale* (MMAS-8) menggunakan skala pengukuran dengan rentang skor 0 hingga 8. Skoring dilakukan dengan ketentuan: untuk butir pertanyaan nomor 1,2,3,4,6, dan 7 jawaban ‘Tidak’ diberi nilai 1 dan ‘Ya’ diberi nilai 0. Sebaliknya, pada butir pertanyaan nomor 5 nilai 1 diberikan untuk jawaban ‘Ya’ dan nilai 0 untuk ‘Tidak’. Khusus untuk butir pertanyaan nomor 8 penilaian menggunakan skala likert yang meliputi nilai 1 (tidak pernah), 0,75 (sesekali), 0,5 (kadang-kadang), 0,25 (biasanya), dan 0 (selalu) (Moon *et al.*, 2017). Skoring instrument MMAS-8 ini mengacu pada standar yang dikembangkan oleh Donald E. Morisky *et al* pada tahun 2008 yang mengelompokkan kepatuhan menjadi kategori tinggi, sedang dan rendah. Tingkat kepatuhan pasien dikategorikan berdasarkan perolehan skor total MMAS-8, yaitu; kepatuhan tinggi (skor 8), kepatuhan sedang (skor 6-7), dan

kepatuhan rendah (skor <6). Berikut adalah delapan pertanyaan untuk menilai kepatuhan minum obat dan telah dimodifikasi ke dalam Bahasa Indonesia dengan tetap mengacu pada struktur aslinya.

Tabel 1
Morisky Medication Adherence Scale 8

No.	Pertanyaan	Skor*
1.	Apakah anda pernah lupa minum obat Diabetes Melitus?	Ya=0; Tidak=1
2.	Selama 2 pekan terakhir ini, pernahka anda dengan sengaja tidak minum obat?	Ya=0; Tidak=1
3.	Pernahkah anda mengurangi atau berhenti minum obat tanpa memberitahu dokter karena anda merasa bertambah parah saat meminum obat?	Ya=0; Tidak=1
4.	Ketika anda sedang berpergian, apakah anda pernah lupa membawa obat?	Ya=0; Tidak=1
5.	Apakah kemarin anda meminum obat?	Tidak=0; Ya=1
6.	Ketika anda merasa sehat, apakah anda berhenti minum obat?	Ya=0; Tidak=1
7.	Meminum obat setiap hari merupakan hal yang tidak menyenangkan pada sebagian orang. Apakah anda merasa terganggu dengan kewajiban anda menjalani pengobatan.	Ya=0; Tidak=1
8.	Seberapa sering anda mengalami kesulitan saat minum semua obat? a. Tidak pernah/jarang b. Sese kali c. Kadang-kadang d. Biasanya e. Selalu Centang Ya (bila memilih: b/c/d/e) Centang Tidak (bila memilih a)	Tidak pernah=1 Sese kali= 0,75 Kadang-kadang= 0,5 Biasanya= 0,25 Selalu= 0

Sumber : Moon et al., (2017)

7. Diagnosis diabetes melitus

Pengujian laboratorium digunakan untuk mengidentifikasi diabetes melitus karena adanya kelainan dalam metabolisme karbohidrat. Oleh karena itu, diagnosis diabetes melitus yang tepat sangat penting. Diabetes melitus didiagnosis dengan mengukur kadar glukosa darah dan HbA1C; pengujian urine merupakan pilihan tambahan. Dalam mendiagnosis penyakit diabetes melitus dapat dilakukan dengan

menggunakan beberapa sampel diantaranya adalah sampel plasma dari komponen darah vena , darah kapiler dilakukan untuk pemeriksaan POCT, dan sampel urine.

Pada diagnosis menggunakan sampel darah ada beberapa jenis pemeriksaan yang dapat dilakukan yaitu “glukosa sewaktu (GDS), glukosa puasa (GDP), glukosa setelah 2 jam pemberian glukosa oral (2JPP), Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dan pemeriksaan HbA1C.” Sedangkan untuk diagnosis penunjang dengan menggunakan sampel urine meliputi pemeriksaan makroskopis dan analisis kimia. Pada pemeriksaan urine dilakukan pemeriksaan analisis kimia urine dengan menggunakan strip reagen dengan menggunakan alat DIRUI H-500 dimana dengan alat ini dapat melihat hasil dari pH, SG, protein, keton, glukosa, urobilinogen, eritrosit, nitrit, leukosit dan bilirubin dari urine tersebut.

Patokan penentuan pada individu yang “melakukan pemeriksaan DM yaitu hasil pengamatan pada glukosa plasma dalam kondisi puasa sebesar >126 mg/dl. Pada glukosa 2 jam sesudah dilakukan tes toleransi glukosa oral sebesar >200 mg/dl dengan beban glukosa sebanyak 75 gram. Dan untuk glukosa sewaktu sejumlah >200 mg/dl, dan disertai keluhan klasik atau krisis hiperglikemia. Dan untuk HbA1C sebesar 6,5% (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2021). Pemeriksaan HbA1C dilakukan untuk mengukur jumlah hemoglobin yang berikatan dengan glukosa selama 3 bulan terakhir. Pemeriksaan ini tidak dapat digunakan pada individu dengan hemoglobinopati, anemia defisiensi besi, penyakit hati, dan gangguan ginjal yang parah (Hardianto, 2021). Pemeriksaan tes toleransi glukosa oral (TTGO) merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk mendiagnosis

adanya DM pada seseorang yang memiliki kadar glukosa darah dalam batas normal dengan rentang nilai normal 75-100 mmg/dl” (Syahrini, 2023).

Menurut Abeje Abebayehu, (2023) Untuk pemeriksaan urine akan menunjukkan interpretasi sebagai berikut:

Tabel 2

Tingkat Konsentrasi yang Diharapkan Dalam Uji Strip Urinalisa.

Test	SI Unit	Reportable Range					
		Neg	Trace	+1	+2	+3	+4
Urbilinogen	mg/dl	0,1	1	2	4	8	12
Bilirubin	mg/dl	Neg	-	1	2	4	6
Keton	mg/dl	Neg	5	15	40	80	160
Bllod	RBC/ μ L	Neg	10	25	80	200	250
Protein	mg/dl	Neg	15	30	100	300	1000
Nitrit	mg/dl	Neg	0,05	10			
Leukosit	WBC/ μ L	Neg	15	70	125	250	500
Glukosa	mg/dl	Neg	100	250	500	1000	2000
SG	-	1.000	1.005	1.010	1.015	1.020	1.025
Ph	-	5	6	6,5	7	7,5	8

Sumber: Abeje Abebayehu (2023)

Pada penelitian ini, pemeriksaan penunjang diabetes melitus pada pasien DM di Rumah Sakit Umum Daerah Tabanan akan dilakukan melalui analisis kimia urine untuk menilai keberadaan keton urine dan glukosa urine. Dengan menggunakan alat otomatis dengan menggunakan strip tes dan alat DIRUI H-500. Pemeriksaan tersebut bertujuan untuk mendeteksi apakah terdapat hubungan antara peningkatan keton urine dengan glukosa urine pada pasien DM tipe 2. Identifikasi kedua parameter ini penting dilakukan karena dapat memberikan gambaran mengenai keadaan metabolik pasien, khususnya terkait kontrol glukosa dan kemungkinan terjadinya gangguan metabolisme lemak yang mengarah pada pembentukan keton.

B. Urinalisis

1. Definisi urine

Cairan yang tersisa yang dikeluarkan ginjal dari tubuh melalui urinasi disebut urine. Tujuan dari proses pengeluaran urine ini adalah untuk menghilangkan molekul-molekul yang tersisa yang telah disaring oleh ginjal. Kondisi metabolisme seseorang dapat disimpulkan dari komposisi zat dalam urine, yang dapat dikumpulkan dan dianalisis (Sugiarti dkk., 2024). Pemeriksaan urine merupakan salah satu metode penyaring yang paling umum digunakan dalam dunia medis untuk mengidentifikasi berbagai potensi gangguan kesehatan. Melalui pemeriksaan ini, tenaga kesehatan dapat mendeteksi kemungkinan adanya kelainan fungsi hati, diabetes melitus, gangguan pada ginjal, serta infeksi saluran kemih. Pemeriksaan urine dilakukan melalui tiga komponen utama, yaitu pemeriksaan makroskopis mengamati kejernihan, warna, dan bau urine. Sedangkan pemeriksaan makroskopis mengamati sedimen urine seperti kristal, sel, dan silinder. Pemeriksaan kimia yang mengukur keberadaan zat-zat tertentu seperti glukosa, protein, keton, dan nitrit. Pemeriksaan ini memberikan gambaran kondisi kesehatan seseorang dan membantu dalam penegakan diagnosis (Nadeak, Riyanto dan Lubis, 2019).

2. Jenis-jenis urine

Ada beberapa jenis spesimen urine yang digunakan dalam pemeriksaan yang disesuaikan dengan kebutuhan pemeriksaan mimi (Sugiarti dkk., 2024) antara lain:

a. Urine pagi

Sebelum tidur, kandung kemih dikosongkan, dan sampel urine pertama dikumpulkan saat orang tersebut bangun tidur. Karena urine disimpan selama sekitar

delapan jam, urine tersebut lebih pekat, mencerminkan fungsi ginjal, dan dapat mengidentifikasi kadar analit dalam jumlah kecil yang tidak terlihat pada urine yang lebih encer, sehingga jenis spesimen ini menjadi yang terbaik. Dalam waktu dua jam, sampel harus dikirim ke laboratorium. Tes kehamilan, pemeriksaan rutin, dan identifikasi proteinuria ortostatik biasanya mencakup penggunaan urine pagi.

b. Urine sewaktu

Urine ini diambil kapan saja tanpa persiapan khusus dan sering dipakai untuk pemeriksaan rutin karena praktis bagi pasien. Namun, konsumsi cairan berlebihan dan aktifitas fisik intens dapat mempengaruhi komposisi urine sehingga dapat mengganggu hasil pemeriksaan.

c. Urine puasa

Urine jenis ini dikumpulkan setelah pasien tidak makan dan minum selama 10-12 jam, dan biasanya digunakan untuk pemeriksaan kadar glukosa.

d. Urine 2 jam postprandial

Urine ini diambil dua jam setelah makan. Spesimen ini membantu menilai kemampuan tubuh dalam mengelola glukosa setelah asupan makan.

e. Urine 24 jam

Urine jenis ini merupakan sampel yang dikumpulkan selama periode 24 jam dan digunakan untuk pemeriksaan kuantitatif, terutama analit yang berubah-ubah sepanjang hari. “Jenis pemeriksaan ini mencakup pengukuran kreatinin, urea, elektrolit (natrium, kalium), asam urat kortisol, kalsium, sitrat, asam amino, katekolamin, metanefrin, VMA, 5-HIAA, protein, oksalat, tembaga, hingga 17-ketosteroid dan 17-hidroksisteroid.”

3. Teknik pengambilan urine

Komposisi urine dapat berubah seketika setelah dikeluarkan karena merupakan cairan yang tidak stabil. Untuk mengurangi kemungkinan kontaminasi sampel, pasien harus diberi instruksi yang tepat sebelum pengambilan sampel. Ada beberapa metode untuk mengumpulkan urine, seperti: (Sugiarti dkk., 2024):

a. Pengemihan rutin

Teknik ini tidak memerlukan persiapan khusus sebelum pengambilan sampel dan biasanya digunakan untuk pemeriksaan penyaringan (skrining) rutin.

b. Urine porsi tengah (*midstream clean catch*)

Pendekatan yang paling sering digunakan adalah yang ini. Saat mengumpulkan spesimen, pasien memerlukan bantuan tambahan. Area genital harus dibersihkan sebelum mengumpulkan urine. Setelah itu, pasien mengeluarkan aliran urine pertama ke toilet, mengumpulkan aliran tengah ke dalam wadah untuk mengumpulkan urine, dan kemudian membuang sisa urine ke toilet. Metode ini digunakan untuk analisis urine rutin, tes sitologi, dan kultur bakteri dan jamur (dalam wadah steril).

c. Urine kateter

Sampel urine ini diperoleh dengan memasukkan kateter ke kandung kemih melalui uretra. Urine kemudian mengalir melalui kateter ke kantong penampungan. Teknik ini digunakan untuk kultur bakteri dan jamur serta pemeriksaan rutin tertentu. Metode ini juga dapat membantu membedakan infeksi yang berasal dari ginjal.

d. Aspirai susprapubik

Dengan menggunakan metode ini, sampel urine yang benar-benar steril dan bebas kontaminasi diperoleh dengan memasukkan jarum melalui dinding perut dan ke dalam kandung kemih. Teknik ini diterapkan untuk analisis kultur bakteri dan jamur.

e. Spesimen pediatrik

Pasien yang masih belum mampu buang air kecil sendiri, terutama balita dan bayi, diobati dengan pendekatan ini. Kantung plastik bersih ditempelkan pada kulit di sekitar area vagina untuk mengumpulkan urine.

4. Faktor pengganggu

Menurut Sugiarti dkk., (2024) ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi keakuratan hasil urinalisis, antara lain adalah:

a. Cahaya dan suhu

Paparan cahaya atau suhu ruang dalam waktu lama dapat menyebabkan bilirubin dan urobilinogen terurai karena sifatnya yang tidak stabil. Selain itu, mikroorganisme seperti bakteri dapat berkembang selama penyimpanan.

b. Pertumbuhan bakteri

Kontaminasi oleh bakteri, baik bakteri patogen maupun yang berasal dari lingkungan dapat menghasilkan hasil yang keliru. Misalnya, bakteri dapat menyebabkan hasil positif palsu pada pemeriksaan darah dan membantu pH urine meningkat menjadi lebih basa.

c. pH basa

Urine dengan pH terlalu basa dapat menimbulkan hasil positif palsu pada pemeriksaan protein urine.

d. Glukosa

Jika terdapat glukosa dalam sampel, maka mikroorganisme dapat memetabolismenya sehingga pH urine akan turun.

e. Agen kontras

Zat ini dapat memberikan hasil positif palsu pada pengukuran berat jenis urine.

f. Olahraga

Aktivitas fisik yang berat dapat mempengaruhi berat jenis urine serta kadar elektrolit yang ada didalamnya.

g. Makanan dan obat-obatan

Beberapa makanan dan obat-obatan dapat mengubah warna, bau, pH urine. Contohnya: bit merah dan buah naga dapat mengubah warna pada urine, pewarna makanan (analin), ibuprofen, klorokuin, metronidazole, fenitoin, fenolftalein, fenotiazin.

h. Pengawet

Walaupun kadang pengawet diperlukan, tetapi bahan pengawet dapat mempengaruhi pada ketepatan hasil pemeriksaan.

C. Glukosa Urine

Glukosa urine umumnya merupakan tanda hiperglikemia yang tidak terkelola dengan baik. Hiperglikemia adalah keadaan meningkatnya kadar glukosa dalam

plasma. Ketika glukosa darah melebihi batas normal, filtrat glomerulus mengandung lebih banyak glukosa darah daripada yang mampu direabsorpsi tubulus. Pada orang sehat glukosuria mulai muncul ketika gula darah vena mencapai 160-180 mg/dl. Namun glukosuria juga dapat terjadi meskipun kadar glukosa darah normal, seperti pada glukosuria renal. Kondisi ini disebabkan oleh kelainan fungsi tubulus ginjal sehingga glukosa tetap dieksresika dalam urine (Marlina, 2019).

Akibatnya, ketika kadar glukosa darah meningkat dan ginjal tidak mampu menyerapnya kembali, glukosa dikeluarkan melalui urine. Kondisi ini kita sebut sebagai glukosuria (Lengkong, Mayer dan Siemona, 2020). Normalnya, tidak ada glukosa dalam urine karena glukosa dapat diserap kembali ke dalam aliran darah melalui proses penyaringan ginjal. Ambang batas toleransi glukosa diperkirakan antara 160 dan 180 mg/dL untuk ginjal. Glukosuria, atau keluarnya glukosa dalam urine, terjadi ketika ambang batas ini terlampaui karena ginjal tidak mampu menyerap kembali glukosa lebih banyak lagi.

Pemeriksaan glukosa urine memiliki peran yang signifikan dalam upaya deteksi dini maupun pemantauan (monitoring) kadar glukosa pada pasien diabetes melitus. Melalui pemeriksaan glukosa ini, dapat diketahui adanya peningkatan eksresi glukosa yang mencerminkan ketidakseimbangan regulasi glukosa darah. Dengan demikian, pemeriksaan glukosa urine menjadi alat bantu penting dalam mengevaluasi kontrol metabolik dan perkembangan kondisi diabetes pada seseorang (Ramadani, 2022). Reaksi reduksi Fehling, Benedict, atau Clinitest dapat digunakan untuk melakukan pengujian glukosuria. Penilaian ini dikategorikan

sebagai semi-kuantitatif. Reaksi enzimatis digunakan dalam tes lain, yang dilakukan dengan teknik strip uji yang berisi reagen tertentu dan skala warna (Marlina, 2019).

D. Keton Urine

Sebagai konsekuensi dari metabolisme lemak, keton, yang kadang-kadang disebut sebagai badan keton, terbentuk selama katabolisme asam lemak. Urine yang mengandung keton merupakan tanda bahwa tubuh menggunakan lemak sebagai sumber energi. Ketogenesis adalah proses pembentukan badan keton. Penurunan kadar insulin atau resistensi insulin, yang mencegah glukosa masuk ke dalam sel sebagai sumber energi, adalah langkah pertama dalam produksi keton. Ketika glukosa tidak dapat dimanfaatkan dengan optimal, tubuh akan beralih memecah lemak menjadi asam lemak, yang kemudian diubah ke hati menjadi badan keton. Jika jumlah keton yang dihasilkan melebihi batas normal, maka akan terjadi ketosis yaitu peningkatan kadar keton yang dapat terdeteksi dalam darah (ketonemia) maupun urine (ketonuria). Badan keton memiliki ukuran molekul yang kecil sehingga mudah dieksresikan melalui urine. Meskipun demikian, peningkatan kadar keton umumnya lebih dahulu terlihat pada plasma atau serum sebelum muncul dalam urine. Ketonuria sendiri merupakan dampak dari ketosis, dengan jenis badan keton yang paling sering ditemukan di urine yaitu aseton dan asam asetat (Syahrini, 2023).

Keton seringkali tidak ditemukan dalam urine. Ketonuria merupakan tanda defisit karbohidrat dalam makanan atau masalah pada metabolisme karbohidrat.

Badan keton, yang dikeluarkan melalui urine, diproduksi sebagai akibat dari peningkatan sintesis asam lemak dan metabolisme lemak yang tidak memadai (Ramadani, 2022).

Menurut Syahrini, (2023) pada pemeriksaan keton urine terdapat beberapa metode pemeriksaan yang dapat dilakukan antara lain:

a. Metode Rothera

Metode ini memerlukan urine segar karena asam asetoasetat dapat berubah menjadi aseton, sementara aseton mudah menguap sehingga dapat menurunkan hasil keton. Reaksinya melibatkan natrium nitroprusida dengan asam asetoasetat atau aseton yang menghasilkan warna ungu, metode ini sangat sensitif terhadap aseton dan asam asetoasetat, tetapi tidak mendeteksi β -hidroksibutirat.

b. Metode Gerhardt

Metode ini didasarkan pada reaksi antara asam asetoasetat dan feri klorida yang menghasilkan warna merah kecoklatan. Kepekatannya lebih rendah dibandingkan metode Rothera dan dapat menimbulkan positif palsu. Selain itu, metode ini tidak bereaksi dengan aseton maupun β -hidroksibutirat. Hasil Gerhardt yang positif harus dikonfirmasi dengan menggunakan metode Rothera.

c. Metode carik celup (dipstick)

Metode ini menggunakan natrium nitropruside seperti Rothera dan banyak digunakan karena hasil lebih praktis dan cepat. Dipstick lebih sensitif terhadap asam asetoasetat dibanding aseton yang mudah menguap. Pada *urine analyzer*, strip dibaca menggunakan sistem fotometri yang mendeteksi perubahan warna

berdasarkan Panjang gelombang tertentu, metode ini tidak memerlukan pencampuran reagen, namun biaya pemeriksaannya lebih tinggi.

E. Hubungan Keton Urine dengan Glukosa Urine

Hubungan antara peningkatan glukosa urine dan keton urine bersifat sejalan karena keduanya mencerminkan gangguan metabolisme glukosa yang mendasari. Ketika konsentrasi glukosa dalam plasma atau serum melebihi ambang batas reabsorpsi tubulus ginjal proksimal, kadar glukosa dalam urine meningkat. Gangguan ini dapat disebabkan oleh disfungsi ginjal, seperti glikosuria ginjal primer dan sindrom Fanconi, atau oleh kadar glukosa darah yang lebih tinggi daripada kemampuan ginjal untuk mereabsorpsinya, seperti pada diabetes melitus dan hiperandrenokortisisme. Ketidakmampuan ginjal mempertahankan glukosa di dalam sirkulasi menyebabkan glukosa dieksresikan ke urine, sehingga memunculkan glukosa pada urine (Tuna, 2023).

Peningkatan kadar keton dalam urine juga berkaitan erat dengan kondisi tersebut. Pada penderita diabetes, khususnya yang mengalami kekurangan hormon insulin, glukosa tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh sel sebagai sumber energi. Ketidakmampuan ini memaksa tubuh beralih menggunakan lemak sebagai sumber energi alternatif melalui proses pemecahan lemak (lipolisis). Asam lemak hasil pemecahan tersebut kemudian diolah menjadi badan keton oleh hati. Ketika produksi keton meningkat secara berlebihan dan melebihi kapasitas pemanfaatan tubuh, keton akan terakumulasi dan sebagian dieksresikan melalui urine, sehingga muncul kondisi keton urine (Tuna, 2023).

Dengan demikian, adanya glukosa urine dan keton urine sering kali merupakan indikator yang saling berhubungan dan menunjukkan bahwa tubuh sedang mengalami defisi insulin atau gangguan pemanfaatan glukosa, seperti yang umum ditemukan pada diabetes melitus (DM) yang tidak terkontrol (Tuna, 2023).