

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kehamilan

1. Definisi Kehamilan

Kehamilan merupakan proses fisiologis dan psikologis yang dialami seorang wanita sejak terjadinya pembuahan hingga kelahiran janin. Proses ini dimulai dengan fertilasi, yaitu pertemuan antara sel sperma dan ovum di tuba falopi yang menghasilkan zigot. Zigot kemudian berimplantasi pada dinding uterus, diikuti pembentukan plasenta sebagai organ penunjang kehidupan embrio, serta berlangsungnya pertumbuhan dan perkembangan hasil konsepsi hingga tahap kelahiran (Rizky Yulia Efendi et al., 2022).

Kehamilan dikelompokkan menjadi 3 trimester, yaitu:

- a. Trimester I (0–12 minggu atau 1–3 bulan)
- b. Trimester II (13–28 minggu atau 4–6 bulan)
- c. Trimester III (29–40 minggu atau 7–9 bulan)

2. Tanda dan Gejala Kehamilan

Tanda dan gejala kehamilan terbagi menjadi tanda pasti dan tidak pasti. Tanda pasti hanya muncul pada kehamilan, seperti gerakan janin yang mulai dirasakan pada usia 18–20 minggu serta detak jantung janin yang dapat didengar menggunakan stetoskop atau fetoskop. Kepastian kehamilan juga dapat dikonfirmasi melalui pemeriksaan medis, termasuk tes kehamilan, pemeriksaan urin, dan pemeriksaan darah. Sementara itu, tanda tidak pasti bersifat subjektif dan dipengaruhi faktor hormonal, misalnya tidak terjadinya menstruasi, nyeri atau pembesaran payudara, serta perubahan akibat peningkatan estrogen dan progesteron (Apriyani *et al.*, 2022).

Selain kehamilan nyata, terdapat kondisi kehamilan palsu (*pseudocyesis*), yaitu keadaan ketika seorang wanita meyakini dirinya hamil, meskipun tidak terjadi kehamilan. Kondisi ini dapat menimbulkan berbagai tanda menyerupai kehamilan, seperti gangguan menstruasi, pembesaran payudara, sensasi gerakan janin, mual, muntah, dan kenaikan berat badan (Hatini, 2019).

B. Urin

1. Definisi Urin

Urin merupakan hasil akhir proses metabolisme yang berfungsi sebagai media pembuangan zat sisa dari tubuh. Melalui pengeluaran urin, tubuh menjaga keseimbangan cairan serta mengeluarkan berbagai senyawa yang tidak diperlukan, seperti racun, sisa obat-obatan, dan bahan kimia dari makanan maupun minuman. Pembuangan zat-zat tersebut penting untuk mencegah akumulasi yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan (Selviani, 2020).

2. Proses Pembentukan Urin

Proses pembentukan urin berlangsung di ginjal melalui mekanisme penyaringan dan penyerapan kembali zat penting dari darah. Plasma darah yang difiltrasi di glomerulus menghasilkan cairan awal urin, kemudian selama reabsorpsi, zat yang masih dibutuhkan seperti glukosa, ion, dan air diserap kembali. Zat sisa metabolisme seperti urea, kreatinin, serta senyawa toksik yang tidak diperlukan akan tetap berada dalam filtrat dan dikeluarkan sebagai urin (Widyastuti, 2018).

3. Jenis Sampel Urin

a. Urin Sewaktu

Urin sewaktu dikumpulkan tanpa ketentuan waktu tertentu dan umumnya digunakan untuk pemeriksaan rutin karena dapat mencerminkan kondisi metabolik tubuh secara umum.

b. Urin Pagi

Urin pagi diambil segera setelah bangun tidur sebelum makan atau minum. Sampel ini memiliki konsentrasi zat terlarut tinggi, sehingga ideal untuk pemeriksaan rutin, sedimen urin, dan deteksi hormon hCG pada kehamilan.

c. Urin Puasa

Urin puasa diperoleh setelah pasien berpuasa makan dan minum selama 10–12 jam, biasanya digunakan sebagai pemeriksaan penunjang diabetes melitus.

d. *Urin Postprandial (PP)*

Urin postprandial dikumpulkan 1,5–3 jam setelah makan dan digunakan untuk menilai kemampuan tubuh memetabolisme glukosa.

e. *Urin 24 Jam*

Urin 24 jam merupakan seluruh urin yang dikeluarkan selama 24 jam, digunakan untuk pemeriksaan kuantitatif zat seperti ureum, kreatinin, dan natrium. Sampel ditampung di dalam wadah $\pm 1,5$ liter berisi pengawet (misalnya toluena) dan disimpan pada suhu rendah agar tidak rusak (Manik, 2021).

C. Glukosa Urin

1. Definisi Glukosa Urin

Glukosa urin merupakan kondisi ketika glukosa terdeteksi dalam urin akibat terganggunya proses reabsorpsi glukosa oleh tubulus ginjal. Hal ini dapat terjadi karena kadar glukosa darah yang melebihi ambang batas filtrasi ginjal atau menurunnya kemampuan tubulus dalam menyerap kembali glukosa. Keadaan tersebut dikenal sebagai glukosuria dan umumnya berkaitan dengan gangguan metabolisme glukosa, seperti diabetes melitus. Ketika konsentrasi glukosa dalam darah meningkat, sebagian glukosa akan ikut terbuang bersama urin karena ginjal tidak mampu memfiltrasi seluruhnya (Santi, 2019).

2. Hubungan Glukosa Urin pada Kehamilan

Glukosuria, atau kehadiran glukosa dalam urin, merupakan indikator klinis adanya gangguan metabolik atau penyakit tertentu. Jika disertai hiperglikemia, kondisi ini umumnya berkaitan dengan diabetes melitus, sindrom Cushing, gangguan pankreas, kelainan sistem saraf pusat, atau gangguan metabolik berat seperti luka bakar luas, penyakit hati lanjut, dan sepsis. Obat-obatan tertentu, seperti kortikosteroid, diuretik tiazid, dan kontrasepsi oral, juga dapat memicu glukosuria. Sebaliknya, glukosuria tanpa hiperglikemia biasanya menandakan disfungsi tubulus ginjal, keberadaan gula non-glukosa dalam urin, atau konsumsi buah berlebihan. Kondisi ini memiliki relevansi klinis karena dapat menjadi indikator awal untuk diagnosis atau penyesuaian terapi (Welliangan et al., 2019).

Glukosuria tidak selalu dapat dijadikan dasar penegakan diagnosis diabetes melitus. Pada beberapa individu dengan ambang reabsorpsi ginjal rendah, glukosa dapat muncul dalam urin meskipun kadar glukosa darah normal. Kondisi ini disebut glukosuria ginjal, yang terjadi akibat peningkatan kadar glukosa darah melebihi kemampuan reabsorpsi tubulus ginjal (Kiki, 2016).

Selama kehamilan, peningkatan hormon seperti estrogen, progesteron, kortisol, prolaktin, dan human placental lactogen (hPL) dapat menurunkan sensitivitas tubuh terhadap insulin, sehingga terjadi resistensi insulin dan peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia). Sekitar 10% ibu hamil, terutama pada trimester awal mengalami glukosuria yang berkaitan dengan peningkatan risiko terjadinya DMG (Welliangan *et al.*, 2019).

3. Faktor yang Memengaruhi Glukosa Urin pada Kehamilan

Beberapa faktor yang memengaruhi glukosa urin pada ibu hamil selama kehamilan antara lain sebagai berikut:

a. Perubahan hormon kehamilan

Selama kehamilan, tubuh ibu mengalami perubahan hormonal yang kompleks untuk mendukung pertumbuhan janin serta mempersiapkan proses persalinan dan menyusui. Plasenta memproduksi berbagai hormon seperti *human placental lactogen* (hPL), estrogen, progesteron, dan kortisol dalam jumlah yang meningkat seiring bertambahnya usia kehamilan. Kadar *human chorionic gonadotropin* (hCG) juga meningkat secara signifikan untuk mempertahankan kehamilan dengan merangsang korpus luteum agar terus menghasilkan estrogen dan progesteron. Peningkatan hormon-hormon tersebut tidak hanya memengaruhi sistem reproduksi, tetapi juga metabolisme glukosa di dalam tubuh. Beberapa hormon kehamilan dapat menurunkan sensitivitas sel terhadap insulin atau menyebabkan resistensi insulin, sehingga pemanfaatan glukosa dapat dieksresikan melalui urin.

b. Usia ibu hamil

Usia ibu hamil merupakan salah satu faktor yang memengaruhi keseimbangan metabolisme glukosa selama kehamilan. Ibu hamil yang berusia di atas 35 tahun memiliki risiko yang lebih tinggi mengalami gangguan metabolisme, seperti resistensi insulin dan DMG. Seiring bertambahnya usia, sensitivitas jaringan terhadap insulin menurun, sehingga proses penyerapan glukosa oleh sel menjadi kurang efisien dalam menjaga keseimbangan kadar glukosa darah. Akibatnya, kadar glukosa darah meningkat dan sebagian glukosa yang tidak terserap dapat terbuang melalui urin. Kondisi ini diperberat oleh perubahan fisiologis selama kehamilan yang juga menurunkan sensitivitas insulin. Pemantauan glukosa secara rutin penting dilakukan pada ibu hamil usia lanjut untuk mencegah adanya gangguan metabolisme yang dapat memengaruhi kesehatan ibu dan janin.

c. Riwayat genetik diabetes

Ibu hamil yang memiliki riwayat diabetes pada anggota keluarga, seperti orang tua (ibu/bapak) atau kakek nenek, baik diabetes gestasional maupun jenis lainnya, memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami diabetes gestasional untuk kehamilan saat ini. Faktor genetik berperan penting dalam memanfaatkan kerentanan tubuh terhadap gangguan metabolisme glukosa. Selain itu, apabila seorang ibu pernah menderita diabetes pada kehamilan sebelumnya, kemungkinan terjadinya kembali kondisi serupa pada kehamilan berikutnya juga meningkat secara signifikan (Widayati et al., 2018).

d. Riwayat kehamilan

Ibu hamil dengan riwayat keguguran, terutama berulang kali, berisiko lebih tinggi mengalami gangguan metabolik pada kehamilan berikutnya. Kondisi tersebut dapat mengindikasikan adanya ketidakseimbangan hormon atau resistensi insulin yang belum sepenuhnya pulih. Selain itu, riwayat melahirkan bayi dengan berat badan lebih dari 4.000 gram (makrosomia) juga sering dikaitkan dengan peningkatan kadar glukosa darah selama kehamilan, meskipun tidak selalu terdiagnosis sebagai

diabetes gestasional. Kondisi ini dapat memicu glukosuria akibat kelebihan glukosa yang tersaring ke urin. Hal ini menunjukkan bahwa riwayat keguguran maupun kelahiran bayi makrosomia dapat menjadi indikator adanya gangguan toleransi glukosa pada ibu hamil yang perlu diwaspadai.

e. Pola konsumsi makanan

Pola konsumsi makanan berpengaruh langsung terhadap kadar glukosa darah. Asupan karbohidrat sederhana dan gula berlebih dapat meningkatkan kadar glukosa karena mudah dan cepat dicerna. Selama kehamilan, pola makan tidak seimbang dapat memicu peningkatan glukosa darah dan produksi insulin berlebih. Jika kebiasaan ini berlangsung terus-menerus, sel tubuh dapat menjadi resisten terhadap insulin, sehingga kestabilan kadar glukosa darah terganggu. Ketidakseimbangan asupan juga dapat meningkatkan kadar glukosa darah hingga melebihi ambang reabsorpsi ginjal, sehingga glukosa terdeteksi dalam urin.

f. Status obesitas

DMG umumnya berkembang tanpa gejala yang jelas dan sering terdeteksi pada usia kehamilan antara 24 hingga 28 minggu. Pada periode ini, banyak ibu hamil yang menerapkan pola makan tidak seimbang, terutama pada asupan karbohidrat dan lemak berlebih, sehingga memicu peningkatan berat badan. Kondisi tersebut dapat mengganggu kerja insulin dan meningkatkan glukosa, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap timbulnya diabetes gestasional (Aspilayuli et al., 2023).

g. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik berperan penting dalam menjaga metabolisme selama kehamilan. Kurangnya gerak membuat tubuh tidak optimal memanfaatkan glukosa sebagai energi, sehingga glukosa meningkat dan sensitivitas insulin menurun. Kondisi ini dapat memicu penambahan berat badan berlebih, menurunkan kebugaran, serta meningkatkan risiko obesitas dan diabetes gestasional (Bagus et al., 2023).

h. Fungsi ginjal

Selama kehamilan, ginjal mengalami berbagai perubahan fisiologis yang signifikan untuk menyesuaikan peningkatan kebutuhan metabolik ibu dan janin. Aliran darah ginjal dan laju filtrasi glomerulus meningkat sekitar 50–70% dibandingkan sebelum hamil. Perubahan ini berdampak pada penurunan ambang reabsorpsi glukosa di tubulus ginjal, sehingga sebagian glukosa dapat lolos ke urin. Kondisi tersebut dikenal sebagai glukosuria fisiologis dan umum terjadi pada ibu hamil tanpa disertai peningkatan glukosa darah. Meskipun bersifat fisiologis, peningkatan glukosa urin perlu diwaspadai, terutama jika nilainya melebihi batas normal atau disertai faktor risiko lain seperti obesitas, usia lanjut, atau riwayat diabetes. Dalam konteks ini, pemeriksaan glukosa urin memiliki nilai penting sebagai langkah skrining awal untuk mendeteksi gangguan metabolisme glukosa sebelum kadar glukosa darah meningkat signifikan (Aprilia, 2019).

4. Jenis-jenis Pemeriksaan Glukosa Urin

Pemeriksaan glukosa urin merupakan skrining tes untuk mendeteksi keberadaan glukosa secara dini. Metode yang digunakan berupa reaksi reduksi dengan pereaksi Benedict atau Fehling yang bersifat semi-kuantitatif, maupun metode enzimatis menggunakan carik celup yang mampu memberikan hasil semi-kuantitatif hingga kuantitatif. Pemeriksaan juga dapat dilakukan secara otomatis dengan alat *urine analyzer* berbasis prinsip optik atau fotometrik sehingga yang diperoleh lebih akurat.

a. Metode Benedict

Pemeriksaan glukosa urin dapat dilakukan dengan tes reduksi menggunakan larutan Benedict, memanfaatkan sifat glukosa sebagai zat pereduksi. Glukosa dalam urin mereduksi ion cupri kompleks, membentuk endapan CuO dan Cu₂O yang menimbulkan perubahan warna sebagai indikasi keberadaannya. Metode ini memiliki keterbatasan spesifisitas, karena gula lain seperti fruktosa, laktosa, galaktosa, dan pentosa juga dapat bereaksi serupa. Selain itu, senyawa non-gula maupun o tertentu,

misalnya streptomisin, salisilat tinggi, dan vitamin c, dapat menimbulkan hasil positif palsu.

Hasil pemeriksaan diinterpretasikan sebagai berikut:

Negatif (-)	: Tetap biru atau hijau jernih
Positif (+)	: Keruh warna hijau agak kuning
Positif (++)	: Kuning kehijauan, endapan kuning
Positif (+++)	: Kuning kemerahan, endapan kuning merah
Positif (++++)	: Merah jingga sampai merah bata

b. Metode Fehling

Pereaksi Fehling terdiri atas dua komponen utama, yaitu Fehling A dan Fehling B. kedua larutan digabung membentuk larutan biru tua dengan ion Cu^{2+} dalam bentuk kompleks, yang secara fungsional dapat dianggap sebagai larutan CuO terlarut. Saat urin dipanaskan dalam kondisi basa, glukosa mereduksi cupri sulfat menjadi cupro oksida, sementara kalium natrium tartrat mencegah terbentuknya endapan cupri hidroksida. Metode ini memiliki keunggulan berupa sensitivitas yang tinggi, tetapi spesifisitasnya rendah karena basa kuat dalam larutan memungkinkan semua zat pereduksi terdeteksi seolah-olah sebagai glukosa.

Hasil pemeriksaan diinterpretasikan sebagai berikut:

Negatif (-)	: Tetap biru atau hijau jernih
Positif (+)	: Keruh warna hijau agak kuning
Positif (++)	: Kuning kehijauan, endapan kuning
Positif (+++)	: Kuning kemerahan, endapan kuning merah
Positif (++++)	: Merah jingga sampai merah bata

c. Metode Carik Celup

Pemeriksaan glukosa urin dengan metode carik celup memanfaatkan strip berisi enzim glukosa oksidase dan peroksidase dan indikator seperti o-tolidine yang berubah warna saat bereaksi dengan glukosa. Dalam prosedurnya, strip dicelupkan ke sampel urin, dan perubahan warna yang muncul diamati sebagai indikasi adanya glukosa. Metode unggul karena memberikan hasil yang cepat, dapat dibaca dalam waktu 60–120 detik, serta relatif spesifik dan sensitif terhadap keberadaan glukosa, sehingga

cocok untuk skrining rutin. Kekurangannya adalah kebutuhan volume urin yang cukup besar agar reaksi pada strip dapat terlihat dengan jelas.

Hasil pemeriksaan diinterpretasikan sebagai berikut:

Negatif (-)	: Biru pada strip urin
Positif (+)	: Hijau kekuningan pada strip urin
Positif (++)	: Cokelat kekuningan pada strip urin
Positif (+++)	: Cokelat muda pada strip urin
Positif (++++)	: Cokelat tua pada strip urin

d. Metode *Urine Analyzer*

Urine Analyzer merupakan alat yang digunakan untuk pemeriksaan kimia urin dengan memanfaatkan *urine test strip* (carik celup) yang mengandung reagen spesifik. Setiap area strip bereaksi dengan senyawa tertentu dalam urin, menghasilkan perubahan warna yang menandakan keberadaan zat tersebut. Alat ini dapat membaca hasil secara otomatis, memberikan indikasi kadar glukosa secara semi-kuantitatif atau kuantitatif. Prinsip kerjanya berbasis reflektansi fotometri, di mana pantulan cahaya dari *test pad* ditangkap detektor, dikonversi menjadi sinyal digital, dan dikalibrasi terhadap standar referensi untuk memperoleh data glukosa yang akurat (Nugroho, 2019).

Hasil pemeriksaan diinterpretasikan sebagai berikut:

Negatif (-)	: Tidak ditemukan glukosa dalam urin
Positif (+)	: Glukosa dalam urin konsentrasi rendah
Positif (++)	: Glukosa dalam urin konsentrasi sedang
Positif (+++)	: Glukosa dalam urin konsentrasi tinggi
Positif (++++)	: Glukosa dalam urin konsentrasi sangat tinggi

D. Diabetes Melitus

1. Definisi Diabetes Melitus

Diabetes melitus adalah penyakit metabolik kronis yang muncul ketika pankreas tidak menghasilkan insulin yang cukup atau ketika tubuh tidak dapat memanfaatkan insulin secara efektif. Hormon insulin berperan penting dalam mengatur kadar glukosa darah, sehingga gangguan pada mekanisme ini akan menyebabkan peningkatan glukosa darah (hiperglikemia) (Maria, 2019).

Produksi insulin diatur oleh pankreas yang terletak di belakang lambung. Pada penderita diabetes melitus, pankreas tidak dapat menghasilkan insulin yang memadai, sehingga tidak mampu menyerap glukosa secara optimal dan glukosa tidak dapat diubah menjadi energi. Kondisi ini menyebabkan hiperglikemia kronis yang dapat menimbulkan kerusakan dan disfungsi organ vital, terutama mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah (Sumiyati et al., 2021).

2. Klasifikasi Diabetes Melitus

Diabetes melitus dapat dibedakan menjadi beberapa klasifikasi berdasarkan karakteristik dan penyebabnya, antara lain sebagai berikut:

a. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 atau IDDM (*Insulin Dependent Diabetes Mellitus*) adalah jenis diabetes yang menuntut penderita bergantung pada terapi insulin untuk menjaga kadar glukosa darah tetap normal. Kondisi ini terjadi karena kerusakan dari sel beta pankreas yang menyebabkan insulin tidak dapat diproduksi secara optimal.

Penyakit ini sering muncul pada masa anak-anak hingga dewasa muda. Penderita umumnya sering merasa lapar, sering buang air kecil, dan mudah haus, dan mengalami penurunan berat badan tanpa penyebab yang jelas. Gejala tersebut menjadi tanda khas adanya gangguan metabolisme glukosa pada diabetes melitus tipe 1.

b. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 atau NIDDM (*Non-Insulin Dependent Diabetes Mellitus*) adalah jenis diabetes yang tidak bergantung pada insulin. Dalam keadaan normal, insulin berikatan pada reseptor untuk memicu metabolisme glukosa. Pada diabetes melitus tipe 2 sensitivitas sel terhadap insulin menurun sehingga pankreas berusaha meningkatkan produksinya. Ketika sel beta pankreas tidak lagi mampu menyeimbangkan kebutuhan insulin, kadar glukosa dalam darah meningkat dan akhirnya menyebabkan terjadinya diabetes melitus tipe 2.

c. Diabetes Melitus Gestasional (Diabetes pada Kehamilan)

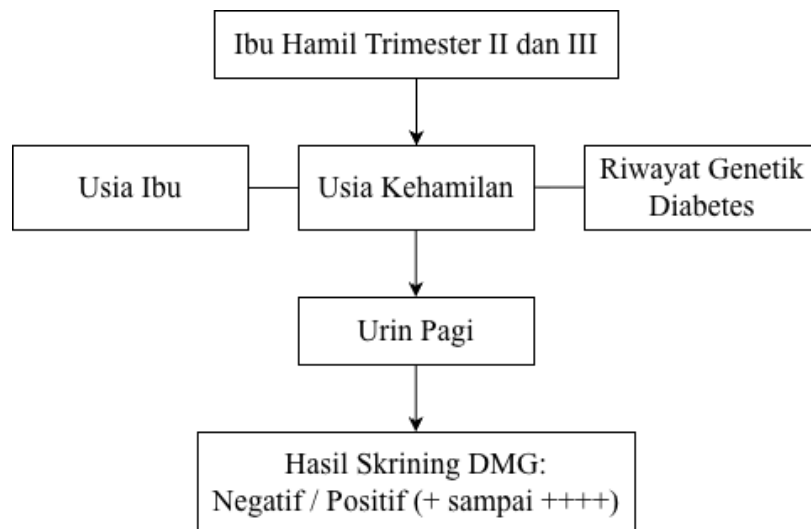
Diabetes melitus gestasional (DMG) adalah gangguan toleransi glukosa yang pertama kali teridentifikasi selama kehamilan pada perempuan tanpa riwayat diabetes sebelumnya. Kondisi ini terjadi akibat peningkatan hormon plasenta yang bersifat antagonis terhadap insulin, terutama pada trimester kedua dan ketiga kehamilan, sehingga mengganggu regulasi metabolisme glukosa. GDM berkaitan dengan berbagai komplikasi obstetri, termasuk peningkatan risiko preeklamsia, serta gangguan neonatus seperti hipoglikemia dan ikterus (Siswihanto *et al.*, 2023; Adli, 2021).

d. Diabetes Melitus Lainnya

Selain tiga tipe utama diabetes melitus, yakni tipe 1, tipe 2, dan gestasional, terdapat juga bentuk diabetes lain yang muncul akibat kondisi patologis, seperti gangguan sistem endokrin, kerusakan pankreas, infeksi, atau efek farmakologis obat tertentu. Meskipun prevalensinya lebih rendah dibandingkan tiga tipe utama, bentuk diabetes ini tetap relevan secara klinis karena melibatkan mekanisme patofisiologis kompleks yang menantang diagnosis dan penatalaksaannya (American Diabetes Association, 2022).

E. Kerangka Konsep Penelitian

Pemahaman mengenai proses kehamilan penting untuk menjelaskan munculnya GDM, karena kehamilan merupakan kondisi fisiologis yang ditandai oleh berbagai perubahan metabolik dan hormonal. Kehamilan dimulai dengan terjadinya fertilisasi di ampula tuba falopi ketika sperma membuahi ovum. Zigot yang terbentuk akan mengalami pembelahan sel secara bertahap sambil bergerak menuju uterus hingga berimplantasi pada endometrium.



Gambar 1 Kerangka Konsep Penelitian