

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kehamilan

Kehamilan adalah proses fisiologis yang berlangsung sejak terjadinya fertilisasi antara sel ovum dan spermatozoa, di mana embrio berkembang di rahim menjadi janin selama sekitar 40 minggu sampai proses kelahiran, dihitung mulai hari pertama haid terakhir. Kehamilan normal berlangsung selama kurang lebih 40 minggu atau 280 hari yang terbagi menjadi tiga trimester, yaitu trimester I, trimester II, dan trimester III. Saat masa kehamilan, tubuh ibu mengalami banyak perubahan pada struktur tubuh, fungsi fisiologis, hormon, serta metabolisme, yang melibatkan hampir semua sistem organ seperti sistem kardiovaskular, pernapasan, pencernaan, dan metabolisme gula darah (M.Kepley et al., 2026). Semua itu dilakukan agar kebutuhan ibu dan janin tetap seimbang sepanjang masa kehamilan.

Selama kehamilan, ibu mengalami peningkatan kebutuhan energi dan sensitivitas insulin berubah akibat hormon dari plasenta, terutama di trimester kedua dan ketiga. Hal ini menimbulkan resistensi insulin yang normal secara fisiologis, sehingga kadar gula darah ibu cenderung meningkat. Apabila tubuh ibu tidak bisa mengompensasi kebutuhan produksi insulin, ibu hamil bisa terkena gangguan toleransi glukosa hingga diabetes gestasional (M.Kepley et al., 2026). Maka dari itu, sangat penting untuk memantau kondisi metabolisme sepanjang masa kehamilan agar tidak ada masalah untuk ibu maupun bayi.

2.1.1 Tahapan Kehamilan

2.1.1.1 Trimester I

Trimester I kehamilan merupakan tahap awal kehamilan yang dimulai sejak proses pembuahan terjadi hingga usia kandungan memasuki minggu ke-13. Pada tahap ini, sel telur yang sudah dibuahi akan membelah secara aktif cepat dan berkembang menjadi embrio yang selanjutnya menempel pada dinding rahim. Setelah proses implantasi tersebut berhasil, plasenta mulai terbentuk dan berperan sebagai penghubung antara ibu dan janin dalam menyalurkan oksigen serta zat gizi yang diperlukan untuk pertumbuhan. Trimester pertama dikenal sebagai periode organogenesis, yaitu masa pembentukan organ-organ penting janin seperti jantung, ginjal, sistem saraf, otak, dan anggota tubuh. Oleh karena itu, trimester I masa awal ini merupakan tahap yang sangat penting sekaligus rentan terhadap berbagai ancaman yang dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan janin (Khoiriyani & Gulo, 2021).

Pada trimester pertama terjadi kenaikan produksi hormon kehamilan, terutama hormon *human chorionic gonadotropin* (hCG), estrogen, dan progesteron. Hormon-hormon tersebut bertugas menjaga kehamilan, mendukung pembentukan plasenta, serta mempersiapkan fisik ibu untuk menunjang pertumbuhan bayi. Kenaikan kadar hormon yang cukup besar sering menimbulkan berbagai keluhan fisiologis pada ibu hamil, seperti mual dan muntah, peningkatan sensitivitas terhadap aroma tertentu, cepat merasa lelah, pusing, serta perubahan pola makan. Di samping perubahan fisik, ibu juga dapat mengalami perubahan emosional seperti perasaan cemas, lebih sensitif terhadap suatu hal, perubahan keadaan suasana hati

sebagai bentuk penyesuaian terhadap keadaan kehamilan yang baru dialami (Khoiriyani & Gulo, 2021).

Selain perubahan hormonal, trimester pertama juga ditandai dengan meningkatnya kebutuhan zat gizi untuk mendukung pembentukan organ-organ janin yang sedang berkembang. Kebutuhan zat besi, protein, asam folat serta beragam vitamin dan mineral lainnya mulai naik sejak awal kehamilan. Pemenuhan kebutuhan zat gizi yang mencukupi sangat penting untuk menghindari terjadinya kelainan kongenital dan membantu pertumbuhan janin secara optimal. Oleh karena itu, pemeriksaan antenatal secara rutin sejak trimester I sangat disarankan untuk memantau kondisi kesehatan ibu dan janin, mendeteksi faktor risiko kehamilan, serta memberikan edukasi tentang pola hidup sehat selama masa kehamilan (Khoiriyani & Gulo, 2021).

2.1.1.2 Trimester II

Trimester II kehamilan merupakan periode lanjutan dari masa kehamilan yang mencapai usia kehamilan 14 hingga 27 minggu. Fase ini seringkali dikenal sebagai masa kehamilan yang relatif lebih nyaman karena keluhan-keluhan yang dirasakan pada trimester I umumnya mulai berkurang. Pada trimester ini, perkembangan dan pertumbuhan janin terjadi secara lebih cepat. Organ-organ yang telah terbentuk pada periode sebelumnya mulai berfungsi dengan lebih matang, dan ukuran tubuh janin pun terus bertambah. Pada umumnya, ibu mulai dapat merasakan pergerakan pertama kali janin (*quickening*), yang menandakan bahwa perkembangan janin berlangsung dengan baik. Selain itu, ukuran rahim yang semakin besar mulai tampak dari luar sehingga perubahan bentuk tubuh ibu menjadi semakin nyata (Rahmah & Nurhayati, 2021).

Perubahan fisik pada trimester II hampir memengaruhi seluruh sistem organ tubuh. Volume darah ibu hamil mengalami peningkatan yang signifikan untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi bagi janin yang sedang berkembang. Curah jantung meningkat, pembuluh darah mengalami pelebaran, dan sistem pernapasan terjadi perubahan guna meningkatkan suplai oksigen. Selain itu, pembesaran rahim dapat menekan kandung kemih sehingga ibu menjadi lebih sering buang air kecil. Bertambahnya berat badan serta perubahan postur tubuh juga dapat menimbulkan keluhan seperti nyeri pinggang, nyeri punggung dan ketidaknyamanan di area panggul. Meskipun demikian, perubahan-perubahan tersebut merupakan adaptasi normal tubuh yang bertujuan mendukung pertumbuhan dan perkembangan janin sepanjang masa kehamilan (Rahmah & Nurhayati, 2021).

Dari aspek metabolisme, trimester II merupakan fase penting karena mulai timbul peningkatan resistensi insulin fisiologis akibat pengaruh hormon plasenta, seperti *human placental lactogen* (hPL), estrogen, progesteron, dan kortisol. Resistensi insulin ini berperan menyediakan glukosa yang cukup bagi janin. Akibatnya, kebutuhan insulin pada ibu hamil meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi sebelum hamil. Pada sebagian ibu, pankreas dapat memproduksi insulin lebih banyak untuk mengimbangi kondisi tersebut. Akan tetapi, apabila kemampuan kompensasi pankreas tidak mencukupi, kadar glukosa darah akan naik meningkat dan dapat menyebabkan terjadinya diabetes gestasional. Oleh karena itu, pemeriksaan TTGO umumnya dilakukan pada usia kehamilan 24–28 minggu untuk mendeteksi adanya gangguan metabolisme glukosa selama kehamilan (Rahmah & Nurhayati, 2021).

2.1.1.3 Trimester III

Trimester III kehamilan merupakan tahap akhir kandungan yang dimulai sejak usia kehamilan 28 minggu sampai dengan proses persalinan. Pada fase ini, pertumbuhan janin mengalami percepatan paling pesat, khususnya dalam peningkatan berat badan, penumpukan jaringan lemak, serta pematangan berbagai organ vital seperti sistem saraf pusat, paru-paru dan hati. Selain itu, perubahan hormonal yang melibatkan peningkatan kadar estrogen dan progesteron terus berjalan hingga akhir kehamilan. Janin mulai menempati sebagian besar rongga rahim sehingga pergerakannya lebih terbatas dibanding trimester sebelumnya. Di samping sebagai masa pertumbuhan optimal janin, trimester ketiga juga merupakan bentuk adaptasi terhadap masa persiapan fisik maupun psikologis ibu untuk menghadapi proses persalinan dan kelahiran bayi (Sari et al., 2024).

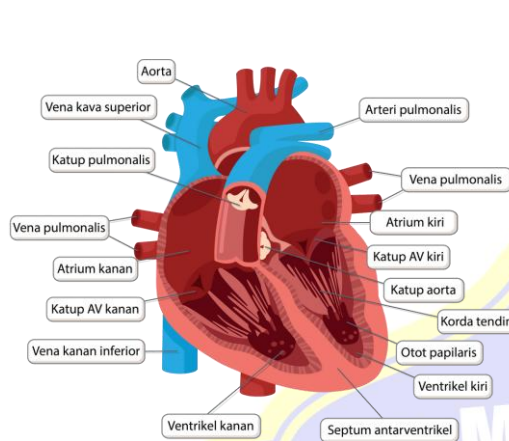
Pada trimester III, pembesaran rahim yang semakin jelas menimbulkan berbagai perubahan fisik yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada ibu hamil. Bertambahnya ukuran dan berat janin memberikan tekanan pada organ-organ di sekitarnya, terutama kandung kemih, diafragma, pembuluh darah, serta struktur otot dan tulang. Kondisi ini dapat mengakibatkan ibu hamil merasakan nyeri pinggang, nyeri punggung, kram pada tungkai, pembengkakan pada anggota tubuh bagian bawah, sesak napas, serta frekuensi buang air kecil yang meningkat. Selain memengaruhi kenyamanan fisik, keluhan-keluhan tersebut juga dapat mengganggu kualitas tidur dan aktivitas harian ibu. Oleh karena itu, berbagai upaya seperti aktivitas fisik ringan, senam ibu hamil, serta panduan edukasi kesehatan diperlukan untuk membantu ibu menyesuaikan diri dengan perubahan fisik yang terjadi selama trimester III (Mulyanti & Ramadhena, 2023).

Di samping perubahan fisik, trimester III juga ditandai dengan perubahan psikologis yang semakin jelas seiring menjelang waktu persalinan. Banyak ibu hamil mulai merasakan kekhawatiran mengenai proses persalinan, kondisi kesehatan bayi, serta kemampuan dirinya dalam menjalankan peran sebagai seorang ibu. Perasaan khawatir dan takut menghadapi persalinan merupakan respons alami yang biasa terjadi pada trimester akhir kehamilan. Kondisi ini dapat diperkuat oleh ketidaknyamanan fisik yang dirasakan selama masa kehamilan. Oleh karena itu, dukungan dari keluarga, tenaga medis, dan edukasi yang cukup sangat penting untuk membantu ibu menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut. Penyesuaian psikologis yang baik dapat meningkatkan kesiapan ibu dalam menghadapi persalinan dan masa nifas sehingga kehamilan dapat berjalan dengan optimal hingga kelahiran bayi (Dianaurelia & Hardayati, 2024).

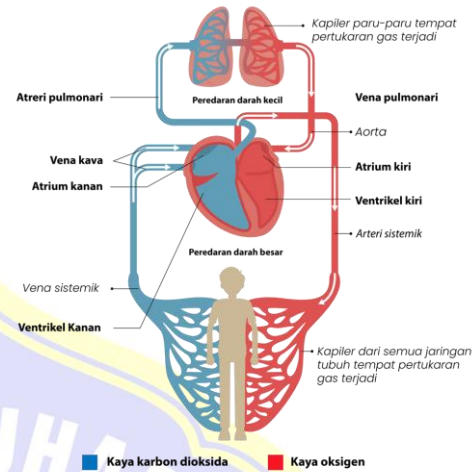
2.1.2 Sistem Kardiovaskular pada Kehamilan

Sepanjang masa kehamilan, sistem kardiovaskular mengalami berbagai penyesuaian fisiologis untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan nutrisi yang semakin meningkat pada ibu maupun janin. Salah satu perubahan utama adalah peningkatan volume darah ibu hamil yang dimulai sejak trimester I dan mencapai puncaknya pada trimester III. Di samping itu, terjadi kenaikan curah jantung (*cardiac output*), frekuensi denyut jantung, serta volume sekuncup (*stroke volume*). Penyesuaian ini diperlukan untuk menjamin aliran darah ke plasenta yang adekuat sehingga pertumbuhan dan perkembangan janin dapat berlangsung secara optimal. Di sisi lain, ketahanan kardiovaskular seluruh tubuh mengalami penurunan akibat pengaruh hormon kehamilan yang menyebabkan pelebaran pembuluh darah. Perubahan-perubahan tersebut merupakan respon fisiologis yang membantu tubuh

ibu menyesuaikan diri dengan kebutuhan metabolik yang semakin meningkat sepanjang masa kehamilan (Kasmad et al., 2022).



Gambar 2.1 Anatomi Jantung (Roboguru, 2021)



Gambar 2.2 Sistem Peredaran Darah (Roboguru, 2021)

Kenaikan volume darah selama kehamilan menyebabkan beban kerja jantung menjadi lebih besar dibanding kondisi sebelum hamil. Akibatnya, ibu hamil dapat mengalami kenaikan denyut jantung sekitar 10–20 denyut per menit serta perubahan tekanan darah yang umumnya sedikit menurun pada trimester II akibat pelebaran pembuluh darah. Penyesuaian hemodinamik tersebut penting untuk menjamin distribusi darah yang cukup menuju plasenta dan janin. Namun, apabila terjadi gangguan pada sistem kardiovaskular, seperti hipertensi gestasional atau preeklampsia, maka aliran darah ke plasenta dapat terhambat sehingga berisiko menimbulkan komplikasi pada kehamilan dan pertumbuhan janin. Oleh karena itu, pemantauan tekanan darah dan kondisi kardiovaskular sepanjang kehamilan merupakan bagian penting dari pelayanan antenatal (Irmayanti et al., 2021).

2.1.3 Sistem Endokrin pada Kehamilan

Masa kehamilan merupakan keadaan yang disertai oleh perubahan besar pada sistem endokrin. Sejak tahap awal kehamilan, plasenta mulai memproduksi

beragam hormon yang berperan dalam mempertahankan kehamilan dan mendukung pertumbuhan janin, seperti *human chorionic gonadotropin* (hCG), estrogen, progesteron, serta *human placental lactogen* (hPL). Hormon-hormon tersebut bekerja secara bersamaan untuk mempersiapkan rahim sebagai tempat berkembangnya janin, meningkatkan aliran darah ke plasenta, serta mengatur berbagai perubahan metabolisme pada tubuh ibu. Di samping itu, kinerja beberapa kelenjar endokrin, termasuk tiroid dan adrenal, juga mengalami peningkatan selama kehamilan sebagai bentuk penyesuaian fisiologis terhadap kebutuhan metabolik yang lebih tinggi (Irmayanti et al., 2021).

Perubahan sistem endokrin selama kehamilan juga berdampak pada metabolisme glukosa. Hormon plasenta seperti *human placental lactogen* (hPL), progesteron, estrogen, prolaktin, dan kortisol dapat menyebabkan terjadinya resistensi insulin secara fisiologis, terutama pada trimester II dan trimester III. Keadaan ini bertujuan untuk menyediakan ketersediaan glukosa yang cukup bagi janin yang sedang berkembang. Pada ibu hamil yang memiliki fungsi pankreas normal, kenaikan resistensi insulin akan diimbangi dengan peningkatan produksi insulin. Akan tetapi, apabila kompensasi tersebut tidak mencukupi, maka kadar glukosa darah dapat naik dan menyebabkan diabetes gestasional. Oleh karena itu, perubahan endokrin selama kehamilan memiliki peranan penting dalam penyebab diabetes gestasional yang selanjutnya dapat meningkatkan risiko terjadi makrosomia pada bayi (Nurdin et al., 2021).

2.1.4 Hormon yang Berperan Selama Kehamilan

Kehamilan calon ibu mengalami serangkaian perubahan hormonal selama masa kehamilan yang berfungsi untuk mempertahankan kehamilan, mendukung

pertumbuhan dan perkembangan bayi, serta mempersiapkan fisik ibu menghadapi persalinan dan menyusui. Pada trimester pertama, hormon *human chorionic gonadotropin* (hCG) mengalami lonjakan yang sangat cepat setelah implantasi embrio pada dinding uterus. Hormon tersebut disekresikan oleh trofoblas plasenta dan bertugas mempertahankan korpus luteum agar terus memproduksi progesteron serta estrogen pada awal kehamilan. Lonjakan kadar hCG pada trimester pertama umumnya dikaitkan dengan gejala mual dan muntah atau yang lebih dikenal sebagai *morning sickness* yang banyak dirasakan oleh ibu hamil. Disamping hCG, hormon progesteron juga mengalami kenaikan yang berperan penting dalam menjaga ketebalan lapisan endometrium, menghambat kontraksi pada uterus, serta menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan janin. Kekurangan produksi progesteron dapat meningkatkan kemungkinan terjadi gangguan kehamilan seperti keguguran (Tirtana et al., 2020).

Pada trimester kedua, peran korpus luteum sebagai penghasil utama hormon kehamilan secara bertahap diambil alih oleh plasenta. Pada fase ini, kadar progesteron dan estrogen mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan plasenta dan janin. Hormon estrogen berperan untuk merangsang pertumbuhan uterus, melancarkan sirkulasi darah menuju plasenta, serta mendorong pembentukan kelenjar mammae sebagai persiapan menyusui. Di samping itu, plasenta juga memproduksi *human placental lactogen* (hPL) yang berfungsi mengatur metabolisme tubuh ibu sepanjang masa kehamilan. Hormon hPL melaksanakan peningkatan pemecahan lemak sebagai sumber energi bagi ibu sehingga glukosa dapat lebih banyak tersedia untuk memenuhi kebutuhan janin. Namun, kenaikan kadar hPL juga menyebabkan berkurangnya sensitivitas sel

terhadap insulin atau yang biasa disebut resistensi insulin fisiologis. Kondisi tersebut merupakan mekanisme normal pada kehamilan yang bertujuan menjaga ketersediaan glukosa bagi janin yang sedang berkembang. Apabila kelenjar pankreas ibu mampu memproduksi insulin secara mencukupi, kadar glukosa darah akan tetap terkontrol dengan baik. Akan tetapi, apabila kompensasi tersebut tidak tercapai, ibu hamil berisiko mengalami diabetes melitus gestasional (Afti et al., 2022).

Pada trimester ketiga, konsentrasi hormon progesteron, estrogen, dan *human placental lactogen* (hPL) mencapai tingkat tertinggi sepanjang masa kehamilan. Selain itu, terjadi peningkatan kadar hormon kortisol yang berfungsi dalam pengaturan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak. Resistensi insulin mulai meningkat pada trimester kedua dan mencapai puncaknya pada trimester ketiga kehamilan. Kombinasi dari kenaikan hormon-hormon tersebut menyebabkan resistensi insulin semakin meningkat menjelang waktu persalinan. Resistensi insulin ini merupakan mekanisme adaptasi fisiologis yang bertujuan memastikan janin mendapatkan pasokan glukosa yang memadai untuk pertumbuhan dan pematangan organnya. Akan tetapi, pada sebagian ibu hamil, peningkatan resistensi insulin yang berlebihan dapat menimbulkan kondisi hiperglikemia dan berpotensi berkembang menjadi diabetes gestasional. Perubahan hormonal pada trimester ketiga juga berperan dalam mempersiapkan kondisi fisik ibu untuk menghadapi proses persalinan, di antaranya dengan meningkatkan sensitivitas uterus terhadap rangsangan kontraksi. Dengan demikian, keseimbangan hormonal sepanjang masa kehamilan memiliki peranan yang sangat penting dalam menjaga kesehatan ibu dan

janin sekaligus mendukung keberhasilan proses kehamilan hingga persalinan (Sari et al., 2024).

2.1.5 Perubahan Metabolisme pada Kehamilan

Di masa kehamilan, tubuh ibu hamil alami beragam perubahan metabolik supaya bisa memenuhi nutrisi dan energi untuk perkembangan janin. Perubahan tersebut dipicu oleh lonjakan hormon kehamilan seperti estrogen, progesteron, kortisol, serta *human placental lactogen* (hPL). Di trimester I, kondisi metabolisme ibu bersifat anabolik, yang berupa peningkatan simpanan lemak dan cadangan energi. Lalu memasuki trimester II dan trimester III, metabolisme berganti menjadi katabolik, ditunjukkan dengan naiknya resistensi insulin yang membuat kadar gula darah ibu meningkat untuk memberikan pasokan energi ke janin (Parrettini et al., 2020).

Peningkatan resistensi insulin selama kehamilan merupakan proses fisiologis normal. namun jika pankreas tidak mampu menyekresikan insulin yang cukup untuk mengimbangnya, maka berpotensi menimbulkan gangguan toleransi glukosa hingga diabetes gestasional. Selain perubahan metabolisme karbohidrat, kehamilan juga memengaruhi metabolisme protein dan lemak. Metabolisme lemak bertambah untuk menyediakan energi tambahan bagi ibu dan janin, sementara metabolisme protein meningkat untuk mendukung jaringan ibu, plasenta, dan janin. Oleh sebab itu, perlu memantau perubahan metabolisme selama kehamilan demi mencegah komplikasi pada ibu maupun bayi (Parrettini et al., 2020).

2.1.6 Perubahan Metabolisme Glukosa pada Kehamilan

Pada kondisi kehamilan normal terjadi perubahan metabolik yang bertujuan memenuhi kebutuhan energi ibu dan janin. Pada trimester awal, sensitivitas insulin

masih relatif baik sehingga glukosa dapat digunakan secara optimal oleh jaringan maternal. Seiring dengan meningkatnya usia kehamilan, tubuh ibu mulai mengalami perubahan metabolik yang ditandai dengan kenaikan kebutuhan energi dan perubahan homeostasis glukosa. Penyesuaian ini bertujuan menjaga ketersediaan glukosa dalam aliran darah ibu agar transfer nutrisi ke janin tetap tercukupi untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan selama masa di dalam kandungan (Adli, 2021).

Memasuki trimester kedua dan ketiga, hormon-hormon yang dihasilkan plasenta seperti *human placental lactogen* (hPL), estrogen, progesteron, dan kortisol meningkat secara bertahap. Hormon-hormon tersebut mengakibatkan resistensi insulin fisiologis pada ibu hamil. Keadaan ini mengurangi penggunaan glukosa oleh jaringan maternal sehingga lebih banyak glukosa yang tersedia dalam aliran darah dan dapat dikirimkan ke janin melalui plasenta. Resistensi insulin selama kehamilan merupakan mekanisme fisiologis normal yang mendukung pertumbuhan janin. Akan tetapi, untuk menjaga kadar glukosa darah tetap normal, pankreas ibu harus meningkatkan produksi insulin secara signifikan sebagai bentuk kompensasi terhadap penurunan sensitivitas insulin tersebut (Nuzzo et al., 2021).

Gangguan metabolisme glukosa yang tidak terkendali sepanjang masa kehamilan dapat mengakibatkan hiperinsulinemia/peningkatan kadar glukosa dalam darah ibu. Kondisi hiperinsulinemia ini dapat meningkatkan transfer glukosa ke janin sehingga pankreas janin memproduksi insulin dalam jumlah yang lebih besar. Tingginya insulin pada bayi akan merangsang perkembangan jaringan lemak, pembentukan protein, dan penyimpanan glikogen secara berlebihan. Akibatnya, janin berisiko mengalami pertumbuhan yang berlebihan (*fetal overgrowth*) yang

dapat mengakibatkan makrosomia saat kelahiran. Oleh karenanya, pengawasan metabolisme glukosa sewaktu kehamilan melalui pemeriksaan laboratorium, termasuk TTGO, sangat penting untuk menghindari komplikasi pada ibu maupun bayi baru lahir (Pramana et al., 2021).

2.2 Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Tes toleransi glukosa oral (TTGO) adalah pemeriksaan laboratorium yang bertujuan mengevaluasi kemampuan tubuh memetabolisme glukosa setelah pemberian beban glukosa oral dalam dosis tertentu. Pemeriksaan ini ditujukan untuk mendeteksi gangguan toleransi glukosa yang tidak terdeteksi jika hanya melalui pemeriksaan gula darah puasa atau gula darah acak saja. Pada ibu hamil, TTGO digunakan sebagai metode standar diagnosis diabetes gestasional berkat sensitivitasnya yang lebih baik dalam mendeteksi hiperglikemia pada masa kehamilan (Diabetes Care & Suppl, 2024).

Pemeriksaan TTGO biasanya dilakukan pada usia kehamilan 24–28 minggu, terutama bagi ibu hamil yang berisiko tinggi diabetes gestasional. Pasien diminta untuk berpuasa sebelum dilakukan pengambilan sampel darah puasa, kemudian pasien diminta mengonsumsi 100 gram glukosa yang dilarutkan dalam 500 ml air, setelah itu dilakukan pemeriksaan kadar glukosa darah secara berkala sesuai waktu yang telah ditentukan. Hasil TTGO tersebut digunakan untuk menilai efektivitas insulin dalam mengendalikan kadar glukosa darah selama kehamilan (Diabetes Care et al., 2023).

2.2.1 Prinsip Pemeriksaan TTGO

Prinsip dasar TTGO terletak pada pengukuran respons tubuh terhadap pemberian beban glukosa oral dengan cara menilai perubahan kadar glukosa darah pada rentang waktu tertentu. Pemeriksaan dimulai dengan pengambilan sampel darah puasa untuk mengetahui kadar glukosa dasar. Selanjutnya, pasien diberikan konsumsi larutan glukosa oral sesuai ketentuan standar, diikuti pengambilan sampel darah kembali pada interval waktu tertentu, yaitu jam ke-1, ke-2, dan ke-3 pasca pemberian beban glukosa.

Pada individu normal, kadar glukosa darah mengalami peningkatan sementara setelah konsumsi beban glukosa, kemudian menurun akibat insulin yang bekerja membantu penyerapan glukosa ke dalam sel tubuh. Namun pada penderita diabetes gestasional, terjadi gangguan fungsi insulin atau resistensi insulin, sehingga kadar glukosa darah tetap tinggi pasca pemberian beban glukosa. Dengan demikian, pemeriksaan TTGO berfungsi untuk mengevaluasi kemampuan tubuh mempertahankan keseimbangan kadar glukosa darah selama kehamilan (Diabetes Care & Suppl, 2024).

Pemeriksaan kadar glukosa darah pada sampel TTGO dilakukan menggunakan ARCHITECT C4000, yaitu instrumen *autoanalyzer* kimia klinik dengan menggunakan reagen basah (*wet reagent*). Berdasarkan SOP ARCHITECT C4000 RSUD dr. Mohamad Soewandhie Surabaya, pemeriksaan sampel dilakukan dengan memasukkan data pasien melalui menu *Patient Order*, memilih parameter yang akan diperiksa, kemudian meletakkan rak sampel pada alat sehingga proses pemeriksaan berlangsung secara otomatis. Hasil pemeriksaan selanjutnya dapat ditinjau melalui menu *Results Review* dan disimpan pada *Stored Results*.

2.2.2 Interpretasi Hasil TTGO

Interpretasi hasil TTGO dilakukan dengan membandingkan kadar glukosa darah dari pemeriksaan terhadap nilai rujukan yang telah ditetapkan. Untuk metode TTGO dengan beban 100 gram, kadar glukosa darah normal adalah <105 mg/dL pada kondisi puasa, <190 mg/dL pada jam ke-1, <165 mg/dL pada jam ke-2, serta <145 mg/dL pada jam ke-3 pasca pemberian beban glukosa. Hasil dikatakan abnormal jika kadar glukosa darah melebihi nilai rujukan tersebut (SOP RSUD dr. Mohamad Soewandhie).

Diagnosis diabetes gestasional ditegakkan apabila terdapat satu atau lebih nilai hasil pemeriksaan berada di atas batas normal. Hasil TTGO abnormal menunjukkan gangguan toleransi glukosa selama kehamilan, yang dapat meningkatkan risiko komplikasi bagi ibu dan janin, seperti makrosomia, preeklamsia, serta hipoglikemia neonatal. Oleh karena itu, interpretasi hasil TTGO memiliki peran penting dalam deteksi dini diabetes gestasional, sehingga penanganan dapat segera dilakukan untuk mencegah komplikasi kehamilan (Wang et al., 2024).

2.3 Makrosomia

Makrosomia didefinisikan sebagai kondisi bayi baru lahir dengan berat lahir lebih dari 4.000 gram, tanpa memandang dari usia kehamilan. Makrosomia menjadi salah satu permasalahan kesehatan maternal dan perinatal karena berpotensi meningkatkan risiko komplikasi selama persalinan. Berat badan lahir merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menilai kondisi bayi saat lahir. Bayi dengan berat badan lahir kurang dari 2.500 gram dikategorikan sebagai berat badan

lahir rendah (BBLR), berat badan lahir 2.500–4.000 gram dikategorikan sebagai berat badan lahir normal, sedangkan bayi dengan berat badan lahir lebih dari 4.000 gram termasuk dalam kategori makrosomia (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Bayi makrosomia biasanya memiliki ukuran tubuh yang lebih besar daripada bayi normal, disebabkan oleh pertumbuhan janin yang berlebihan sepanjang masa kehamilan. Faktor risiko yang sering dikaitkan meliputi obesitas ibu, penambahan berat badan selama kehamilan, dan diabetes melitus gestasional (Lestari & Sudarmanto, 2022).



Gambar 2.3 Bayi Normal dan Bayi Makrosomia (Chandra, 2026)

Pada ibu hamil dengan diabetes gestasional, kadar glukosa darah yang tinggi meningkatkan transfer glukosa berlebih melalui plasenta ke janin, sehingga memicu produksi insulin fetal yang meningkat. Insulin janin berperan sebagai hormon pertumbuhan utama, yang merangsang pertumbuhan jaringan lemak serta massa tubuh janin secara berlebihan. Hal ini mengakibatkan bayi berisiko lahir dengan berat badan berlebih atau makrosomia. Kondisi ini dapat menyebabkan komplikasi pada ibu maupun bayi mencakup distosia bahu, trauma persalinan, hipoglikemia neonatal, serta meningkatnya risiko persalinan *sectio caesarea* (Lestari & Sudarmanto, 2022).

2.3.1 Penyebab/Faktor Risiko Makrosomia

Makrosomia merupakan keadaan yang dipengaruhi oleh beragam faktor ibu selama masa kehamilan. Salah satu faktor yang paling umum ditemukan adalah kegemukan ibu sebelum kehamilan maupun kenaikan berat badan yang berlebihan sepanjang masa gestasi. Ibu dengan status gizi cenderung memiliki kadar glukosa dan asam lemak yang lebih tinggi dalam aliran darah sehingga suplai nutrisi ke janin meningkat. Keadaan tersebut merangsang pertumbuhan jaringan tubuh janin secara berlebihan dan meningkatkan kemungkinan kelahiran bayi dengan berat badan lebih dari 4.000 gram. Di samping itu, adanya riwayat diabetes mellitus pada ibu juga berkontribusi terhadap kenaikan risiko makrosomia karena memicu peningkatan transfer glukosa ke janin melalui plasenta (Rachmawati, 2021).

Faktor risiko lainnya yang terkait dengan kejadian makrosomia adalah karakteristik ibu dan riwayat kehamilan. Penelitian di Indonesia mengungkapkan bahwa paritas memiliki hubungan dengan kejadian makrosomia, di mana ibu yang telah beberapa kali melahirkan memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan ibu yang baru pertama kali hamil. Selain itu, riwayat pemeriksaan *antenatal care* (ANC) dan beberapa faktor reproduksi lainnya juga berdampak pada pertumbuhan janin. Faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi kondisi kesehatan ibu selama kehamilan dan secara tidak langsung berkontribusi terhadap kenaikan berat badan janin. Oleh karena itu, pengawasan kehamilan secara rutin sangat penting untuk mendeteksi faktor risiko yang dapat mengakibatkan makrosomia sejak awal (Thania & Lukman Fauzi, 2022).

Pada ibu hamil dengan diabetes gestasional, risiko terjadinya makrosomia menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kehamilan normal. Kadar glukosa darah

ibu yang tinggi menyebabkan kenaikan aliran glukosa menuju janin sehingga pankreas janin memproduksi insulin dalam jumlah yang lebih besar. Keadaan hiperinsulinemia pada janin berfungsi sebagai hormon yang merangsang tumbuh kembang, yaitu dengan menstimulasi pembentukan protein, penyimpanan glikogen, dan penumpukan jaringan lemak. selain diabetes gestasional, riwayat kegemukan ibu dan multiparitas juga telah dibuktikan meningkatkan risiko makrosomia. Gabungan dari berbagai faktor tersebut menyebabkan pertumbuhan janin terjadi lebih cepat dan meningkatkan kemungkinan kelahiran bayi dengan berat badan yang berlebihan (Martanti et al., 2023).

2.3.2 Ciri Fisik dan Risiko Metabolik

Makrosomia merupakan kondisi bayi yang lahir dengan berat badan melebihi 4.000 gram, terlepas dari usia kehamilannya. Bayi dengan kondisi ini umumnya memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dibandingkan bayi pada umumnya, dengan lingkaran dada dan bahu yang lebih lebar. Penampilan yang tampak lebih gemuk pada bayi ini disebabkan oleh penumpukan jaringan lemak subkutan yang berlebihan selama masa pertumbuhan dalam kandungan. Kondisi tersebut sering dijumpai pada bayi yang dilahirkan oleh ibu dengan diabetes gestasional, di mana terjadi peningkatan transfer glukosa dari ibu ke janin yang merangsang pertumbuhan berlebihan pada janin (Lestari & Sudarmanto, 2022).

Dari segi penampilan fisik, bayi makrosomia dicirikan oleh postur tubuh yang besar, pipi yang terlihat tembam, serta lipatan lemak yang lebih jelas pada daerah lengan, paha, dan bokong. Peningkatan jaringan lemak subkutan yang berlebihan menjadikan bayi terlihat lebih montok dibandingkan bayi dengan berat badan lahir normal. Selain ciri fisik tersebut, bayi makrosomia juga berisiko mengalami

gangguan metabolik setelah lahir, terutama hipoglikemia neonatal akibat kadar insulin yang tinggi selama masa kehamilan. Kondisi lain yang mungkin terjadi yaitu hiperbilirubinemia serta berbagai gangguan metabolik yang memerlukan pemantauan pasca kelahiran (Lestari & Sudarmanto, 2022).

Ukuran tubuh yang besar pada bayi makrosomia berpotensi meningkatkan risiko komplikasi persalinan, seperti distosia bahu dan trauma lahir. Karakteristik utama bayi makrosomia meliputi berat badan lahir ≥ 4.000 gram, ukuran tubuh yang lebih besar dari normal, peningkatan jaringan lemak subkutan, lipatan lemak yang lebih jelas, serta risiko gangguan metabolik neonatal yang lebih tinggi dibandingkan bayi dengan berat badan lahir normal (Lestari & Sudarmanto, 2022).

2.3.3 Dampak Makrosomia

Makrosomia dapat menimbulkan beragam komplikasi pada ibu selama persalinan, di mana bayi dengan berat lahir melebihi 4.000 gram meningkatkan risiko distosia bahu, tindakan *sectio caesarea*, serta kesulitan ekstraksi janin yang dapat menyebabkan komplikasi obstetri lain seperti perdarahan postpartum atau ruptur perineum. Sementara itu, pada bayi, kondisi ini sering kali menyebabkan hipoglikemia neonatal, hiperbilirubinemia, gangguan metabolik dan elektrolit, serta distress janin akibat komplikasi selama proses persalinan. Oleh karena itu, makrosomia merupakan kondisi yang perlu diperhatikan secara ketat pada ibu hamil dengan diabetes gestasional untuk meminimalkan risiko bagi ibu maupun bayi (Lestari & Sudarmanto, 2022).

2.3.4 Pencegahan Makrosomia

Pencegahan makrosomia dapat dilakukan sejak tahap awal kehamilan melalui peningkatan wawasan ibu hamil mengenai diabetes gestasional beserta faktor-

faktor yang mempengaruhinya. Penyuluhan kesehatan terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman ibu hamil mengenai pentingnya pengendalian kadar glukosa darah selama kehamilan dengan menerapkan pola makan yang sehat, aktivitas fisik yang tepat, serta melakukan pemeriksaan antenatal secara rutin. Upaya pencegahan diabetes gestasional memiliki peranan yang sangat penting karena hiperglikemia semasa kehamilan dapat menyebabkan komplikasi pada janin, salah satunya adalah makrosomia. Dengan meningkatnya pengetahuan ibu hamil, diharapkan dapat terjadinya perubahan perilaku yang mendukung pencegahan diabetes gestasional sehingga risiko kejadian makrosomia dapat diminimalkan (Mamonto et al., 2021).

Selain pengetahuan, pencegahan diabetes gestasional juga dipengaruhi oleh akses terhadap informasi dan dukungan dari keluarga, khususnya suami. Ibu hamil yang memperoleh informasi kesehatan yang memadai cenderung lebih rajin dalam menjalankan pola hidup sehat, menjaga kenaikan berat badan selama kehamilan, serta melakukan pemeriksaan kehamilan secara teratur. Peran dukungan suami sangat penting dalam meningkatkan motivasi ibu untuk menerapkan perilaku pencegahan yang baik. Pencegahan diabetes gestasional secara tidak langsung berkontribusi dalam menurunkan risiko makrosomia karena kadar glukosa darah ibu dapat lebih terkontrol selama masa kehamilan (Bati & Rahmat, 2023).

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk mencegah komplikasi kehamilan, termasuk diabetes gestasional yang berisiko menyebabkan makrosomia, adalah pemantauan pertumbuhan janin secara berkala, pengendalian kenaikan berat badan selama kehamilan, serta pemenuhan kebutuhan nutrisi yang seimbang selama masa kehamilan. Di antara berbagai zat gizi, vitamin D merupakan salah satu nutrisi

yang memperoleh perhatian khusus. Penyuluhan mengenai pentingnya pemenuhan kebutuhan vitamin D terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan ibu hamil dalam menjaga kesehatan selama masa kehamilan. Pemenuhan kebutuhan vitamin D yang mencukupi berperan dalam mendukung metabolisme tubuh serta dapat menurunkan risiko terjadinya komplikasi kehamilan seperti diabetes gestasional. Dengan demikian, edukasi gizi dan pemantauan status kesehatan ibu hamil perlu dilaksanakan secara berkelanjutan sebagai bagian dari upaya pencegahan makrosomia (Isir & Andriana, 2023).

2.4 Diabetes Gestasional

Diabetes gestasional adalah gangguan toleransi glukosa yang pertama kali terdiagnosis pada masa kehamilan, khususnya di trimester kedua atau ketiga pada ibu yang sebelumnya belum pernah mengalami lonjakan glukosa dan belum pernah memiliki riwayat diabetes melitus. Kondisi ini timbul karena tubuh gagal memproduksi insulin yang cukup untuk mengatasi peningkatan resistensi insulin selama kehamilan. Diabetes gestasional biasanya bersifat sementara, kadar glukosa darah dapat pulih normal pasca persalinan, namun ibu yang pernah mengalami diabetes gestasional berisiko lebih besar mengalami diabetes melitus tipe 2 pada masa mendatang (H. Wang et al., 2022).

Diabetes gestasional menjadi salah satu komplikasi kehamilan yang paling umum dijumpai, dengan prevalensinya yang terus meningkat secara global. Hiperglikemia pada ibu hamil berpotensi menimbulkan beragam komplikasi baik bagi ibu maupun janin, seperti preeklamsia, persalinan caesar, hipoglikemia neonatal, serta makrosomia. Oleh karena itu, sangatlah penting deteksi dini melalui

pemeriksaan TTGO untuk mencegah terjadinya komplikasi selama masa kehamilan dan persalinan (Diabetes Care & Suppl, 2024).

2.4.1 Faktor Risiko Diabetes Gestasional

Diabetes gestasional dipengaruhi oleh beragam faktor risiko yang dapat mengganggu toleransi glukosa selama masa kehamilan. Faktor risiko utama di antaranya adalah usia ibu hamil di atas 35 tahun, di mana peningkatan usia cenderung menurunkan sensitivitas insulin sehingga memicu resistensi insulin. Usia ibu merupakan salah satu aspek yang memengaruhi kondisi kehamilan. Kehamilan pada rentang usia 20–35 tahun dikategorikan sebagai usia reproduksi yang paling aman karena organ reproduksi telah berkembang dengan baik dan tubuh mampu beradaptasi dengan perubahan fisiologis selama kehamilan. Sebaliknya, kehamilan pada usia <20 tahun atau >35 tahun termasuk dalam kelompok kehamilan berisiko yang lebih rentan mengalami komplikasi bagi ibu maupun janin (Kemenkes RI, 2023; Kemenkes RI, 2024). Selain itu, obesitas atau indeks massa tubuh (IMT) yang berlebihan sebelum kehamilan juga berperan penting dalam terjadinya diabetes gestasional, karena penumpukan lemak tubuh meningkatkan resistensi insulin (Mirabelli et al., 2023).

Faktor risiko lainnya meliputi riwayat keluarga dengan diabetes melitus, riwayat diabetes gestasional pada kehamilan sebelumnya, riwayat persalinan bayi makrosomia, serta minimnya aktivitas fisik. Ibu hamil yang memiliki riwayat sindrom ovarium polikistik (PCOS) juga berisiko lebih tinggi mengalami diabetes gestasional akibat gangguan metabolisme insulin. Di samping itu, pola makan tidak sehat dan peningkatan berat badan yang berlebihan selama kehamilan dapat memperburuk resistensi insulin, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya

diabetes gestasional (H. Wang et al., 2022). Dengan demikian, pengenalan faktor risiko sejak dini pada awal kehamilan sangat penting untuk mencegah komplikasi bagi ibu dan janin.

2.5 Hubungan Diabetes Gestasional dengan Makrosomia

Pada kehamilan dengan diabetes gestasional, terjadi peningkatan kadar glukosa darah akibat gangguan toleransi glukosa pada masa kehamilan. Kadar glukosa yang tinggi pada ibu akan melewati plasenta dan memasuki sirkulasi janin, menciptakan kondisi hiperglikemia fetal. Kondisi hiperglikemia tersebut merangsang pankreas janin untuk memproduksi insulin secara berlebihan dan lebih aktif. Peningkatan kadar insulin pada janin dapat memengaruhi pertumbuhan jaringan tubuh janin yang berlebihan, sehingga meningkatkan risiko terjadinya makrosomia (Kartikasari & Bagaskoro, 2026).

Hiperinsulinemia pada janin menyebabkan peningkatan jaringan lemak yang berlebih serta pertumbuhan organ tubuh yang dipercepat, sehingga menyebabkan berat badan janin melebihi batas normal. Bayi dengan makrosomia berisiko lebih tinggi mengalami komplikasi saat persalinan, seperti distosia bahu, trauma lahir (misalnya, erduksi brakialis atau fraktur tulang), serta hipoglikemia neonatal pasca kelahiran. Oleh karena itu, pengendalian kadar glukosa darah pada ibu hamil dengan diabetes gestasional menjadi sangat penting untuk mencegah makrosomia beserta komplikasi lainnya pada ibu dan bayi (Kartikasari & Bagaskoro, 2026).