

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nifas

2.1.1 Definisi Nifas

Masa nifas (puerperium) dimulai setelah kelahiran plasenta dan berakhir ketika alat-alat kandungan kembali seperti keadaan sebelum hamil. Masa nifas atau puerperium dimulai sejak 2 jam setelah lahirnya plasenta sampai dengan 6 minggu (42 hari) setelah itu. Dalam bahasa Latin, waktu mulai tertentu setelah melahirkan anak ini disebut Puerperium yaitu dari kata Puer yang artinya bayi dan Parous melahirkan. Jadi, puerperium berarti masa setelah melahirkan bayi. Puerperium adalah masa pulih kembali, mulai dari persalinan selesai sampai alat-alat kandungan kembali seperti pra-hamil. Sekitar 50% kematian ibu terjadi dalam 24 jam pertama postpartum sehingga pelayanan pascapersalinan yang berkualitas harus terselenggara pada masa itu untuk memenuhi kebutuhan ibu dan bayi (Vivian Nanny.dkk., 2023).

Ibu nifas dengan diabetes melitus (DM) mengalami komplikasi postpartum seperti subinvolusi uteri yang lambat akibat hiperglikemia menghambat kontraktilitas otot dan penyembuhan jaringan, peningkatan infeksi luka lahir atau operasi, gangguan laktasi dengan keterlambatan produksi ASI karena resistensi insulin memengaruhi prolaktin dan oksitosin, serta fluktuasi glukosa darah yang berisiko hipoglikemia pasca-penurunan kebutuhan insulin 20-50% akibat hilangnya hormon plasenta

(Nurun Ayati Khasanah & Wiwit Sulistyawati, 2017).

Masa nifas pada hari ke-28 sampai hari ke-42, atau sekitar 4 hingga 6 minggu setelah melahirkan, merupakan waktu yang aman dan paling tepat untuk melakukan pemeriksaan skrining gula darah pada ibu nifas, khususnya bagi mereka yang pernah mengalami diabetes gestasional (DMG). Pada periode ini, sebagian besar perubahan hormon akibat kehamilan, seperti peningkatan hormon human placental lactogen, estrogen, dan progesteron, sudah kembali stabil mendekati kondisi normal sebelum hamil, sehingga kadar gula darah dapat menunjukkan kondisi metabolisme tubuh yang sebenarnya tanpa terganggu oleh fluktuasi awal nifas (Saifullah et al., 2022). Pengambilan sampel untuk skrining gula darah dapat dilakukan di hari ke 35 sampai 42 hari mendekati berakhirnya masa nifas adalah untuk memastikan deteksi dini gangguan toleransi glukosa atau prediabetes hingga diabetes melitus tipe 2 pada ibu nifas, termasuk tanpa riwayat diabetes sebelumnya, karena pada saat ini resistensi insulin telah stabil, hormon seperti prolaktin dan oksitosin telah menurun (Katreddy, 2013).

2.1.2 Tahapan Nifas

1. Puerperium Dini

Puerperium dini yaitu waktu 0-24 jam setelah melahirkan dan ibu diperbolehkan berdiri dan berjalan.

2. Puerperium Intermediate

Puerperium intermediate yaitu pemulihan menyeluruh alat- alat

genetalia yang berlangsung 6-8 minggu.

3. Puerperium Remote

Puerperium remote yaitu waktu yang diperlukan untuk pulih dan sehat sempurna terutama apabila ibu selama hamil atau persalinan mempunyai komplikasi.

(Vivian Nanny.dkk., 2023).

2.1.3 Perubahan Fisiologis Masa Nifas

Sistem tubuh ibu akan kembali beradaptasi untuk menyesuaikan dengan kondisi post partum. Organ-organ tubuh ibu yang mengalami perubahan setelah melahirkan antara lain:

1. Perubahan Uterus

a. Involusi Uteri

Setelah proses persalinan, terjadi proses involusi pada uterus. Hal ini merupakan proses di mana uterus kembali ke kondisi sebelum hamil dan persalinan. Proses ini dimulai segera setelah plasenta dikeluarkan karena adanya kontraksi otot polos uterus. Pada tahap ketiga persalinan, uterus berada di tengah-tengah tubuh sekitar 2 cm di bawah pusar dengan bagian puncaknya bersandar pada tulang panggul belakang. Pada saat ini, ukuran uterus kira-kira sama dengan ukuran uterus pada usia kehamilan 16 minggu (sekitar seukuran jeruk asam) dan beratnya sekitar 100 gram (Nurseha et al., 2024).

Uterus selama kehamilan mengalami peningkatan berat hingga 11 kali lipat dari berat sebelum hamil. Setelah melahirkan, uterus mengalami involusi sekitar 500 gram dalam satu minggu dan sekitar 350 gram (11 sampai 12 ons) dalam dua minggu setelah kelahiran. Satu minggu setelah melahirkan, uterus berada di dalam panggul. Pada minggu keenam, beratnya menjadi sekitar 50-60 gram. Pertumbuhan uterus selama kehamilan dipengaruhi oleh peningkatan kadar estrogen dan progesteron, yang menyebabkan hyperplasia (peningkatan jumlah sel) dan hipertrofi (pembesaran sel-sel otot). Namun, setelah melahirkan, penurunan kadar hormon ini menyebabkan autolisis, yaitu perusakan langsung jaringan hipertrofi yang berlebihan. Sel-sel tambahan yang terbentuk selama kehamilan tetap ada, sehingga menyebabkan ukuran uterus sedikit lebih besar setelah melahirkan. Subinvolusi, yang merupakan kegagalan uterus untuk pulih sepenuhnya, sering disebabkan oleh fragmen plasenta yang tersisa dan infeksi (Nurseha et al., 2024).

Pada ibu dengan prediabetes atau diabetes, proses involusi uteri cenderung mengalami keterlambatan atau komplikasi dibandingkan dengan ibu yang memiliki metabolisme glukosa normal. Mekanisme utama yang

menyebabkan gangguan involusi pada kondisi prediabetes adalah hiperglikemia dan resistensi insulin yang memengaruhi proses penyembuhan luka uterus. Hiperglikemia postoperatif dan diabetes diketahui sebagai faktor risiko untuk infeksi lokasi operasi dan gangguan penyembuhan luka pada populasi non-hamil, dan penyembuhan luka yang buruk merupakan komplikasi signifikan setelah operasi caesar, khususnya pada pasien dengan diabetes gestasional karena disfungsi imun yang diinduksi hiperglikemia dan gangguan penyembuhan luka. Setelah persalinan, plasenta meninggalkan luka berukuran seperti piring makan di dalam uterus yang harus mengalami proses penyembuhan kompleks melibatkan fase inflamasi, proliferasi, dan remodeling. Diabetes mellitus memperlambat penyembuhan luka karena hiperglikemia menyebabkan diuresis osmotik dan penurunan oksigenasi serta perfusi, serta membatasi fungsi PMN (polymorphonuclear leukocytes) dan menghasilkan malnutrisi dengan meningkatkan hormon yang menyebabkan katabolisme (Tovar et al., 2011).

Perubahan pada uterus dapat diamati melalui pemeriksaan palpasi dengan meraba bagian dari Tinggi Fundus Uteri (TFU):

- 1) Saat bayi dilahirkan, fundus uteri berada setinggi pusat dengan berat sekitar 1000 gram.
- 2) Pada akhir kala III, TFU teraba 2 jari di bawah pusat.
- 3) Setelah 1 minggu dari persalinan, TFU teraba di tengah-tengah pusat simpisis dengan berat sekitar 500 gram.
- 4) Setelah 2 minggu dari persalinan, TFU teraba di atas simpisis dengan berat sekitar 350 gram.
- 5) Setelah 6 minggu dari persalinan, fundus uteri mengecil dan tidak teraba, dengan berat sekitar 50 gram.

Perubahan ini erat kaitannya dengan perubahan pada miometrium yang bersifat proteolisis. Proses involusi uterus terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut:

- 1) Iskemia Myometrium

Kontraksi dan retraksi berkelanjutan dari uterus setelah pengeluaran plasenta menyebabkan kondisi iskemia pada miometrium. Hal ini membuat uterus menjadi relatif anemia dan menyebabkan atrofi pada serat otot.

- 2) Autolisis

Autolisis adalah proses penghancuran diri sendiri yang terjadi di dalam otot uterus. Enzim

proteolitik memendekkan jaringan otot yang telah mengendur selama kehamilan. Penurunan hormon estrogen dan progesteron memicu proses ini.

3) Atrofi Jaringan

Jaringan yang sebelumnya berkembang dengan adanya estrogen dalam jumlah besar mengalami atrofi setelah penurunan produksi estrogen pasca-pelepasan plasenta. Selain itu, lapisan desidua juga mengalami atrofi dan terlepas, meninggalkan lapisan basal yang kemudian beregenerasi menjadi endometrium baru.

4) Efek Oksitosin

Intensitas kontraksi uterus meningkat secara signifikan setelah bayi lahir. Hormon oksitosin yang dilepaskan oleh kelenjar hipofisis memperkuat dan mengatur kontraksi uterus. Kontraksi ini membantu mengurangi suplai darah ke uterus, mempercepat penyembuhan bekas luka tempat implantasi plasenta, dan mengurangi risiko perdarahan. Lokasi uterus yang berubah dari abdomen kembali ke organ pelvis juga menyebabkan penurunan ukuran uterus.

Selama 1-2 jam pertama pasca-persalinan, intensitas kontraksi uterus dapat menurun menjadi lebih teratur.

Oleh karena itu, penting untuk menjaga dan mempertahankan kontraksi uterus pada periode ini. Suntikan oksitosin biasanya diberikan secara intravena atau intramuskuler segera setelah bayi lahir. Pemberian ASI segera setelah bayi lahir dapat merangsang kontraksi uterus karena hisapan bayi pada payudara memicu pelepasan oksitosin (Nurseha et al., 2024).

Tabel 2 1 Perubahan Uterus

Waktu	TFU	Berat Uterus
Bayi Lahir	Setinggi Pusat	1000 gr
Uri Lahir	2 Jari Dibawah Pusat	750 gr
1 Minggu	½ Pusat Sympisis	500 gr
2 Minggu	Tidak Teraba	350 gr
6 Minggu	Bertambah Kecil	50 gr
8 Minggu	Normal	30 gr

Sumber: (Sitti Nurul. dkk, 2021)

b. Involusi tempat implantasi plasenta

Setelah bayi lahir, tempat di mana plasenta melekat di dalam rahim menjadi kasar, tidak rata, dan seukuran telapak tangan. Namun, luka ini menyusut dengan cepat. Pada minggu kedua setelah melahirkan, ukurannya hanya sekitar 2-4 cm, dan pada akhir masa nifas (sekitar 6 minggu setelah melahirkan) hanya sekitar 1-2 cm. Proses

penyembuhan luka bekas melekatnya plasenta itu unik. Pada awalnya, luka tersebut penuh dengan pembuluh darah besar yang tersumbat oleh bekuan darah. Namun, berbeda dengan luka pada umumnya yang kemungkinan akan meninggalkan jaringan parut, luka bekas melekatnya plasenta tidak meninggalkan bekas parut. Ini karena luka tersebut sembuh dengan cara yang berbeda: luka dilepaskan dari dasarnya dan diikuti dengan pertumbuhan lapisan baru dari endometrium di bawahnya. Endometrium baru ini tumbuh dari pinggir luka dan sisa-sisa kelenjar yang ada di dasar luka. Proses regenerasi endometrium terjadi selama sekitar 6 minggu setelah melahirkan. Lapisan sel epitel yang bertambah luas dari pinggir luka dan lapisan sekitar rahim, serta dari sisa-sisa kelenjar yang ada di dasar luka, membantu membersihkan bekuan darah yang ada di tempat plasenta melekat. Ini membuat bekuan darah terkelupas dan tidak lagi diperlukan untuk pembuangan cairan postpartum (lochea) (Nurseha et al., 2024).

2. Perubahan Lochea

- a. Lochea rubra berwarna merah, berisi darah segar serta sisa-sisa selaput ketuban, desidua, verniks kaseosa, lanugo, dan mekonium. Berlangsung 1- 3 hari postpartum.
- b. Lochea sanguinolenta berwarna merah kekuningan.

Berlangsung 3-7 hari postpartum.

- c. Lochea serosa berwarna kekuningan atau kecoklatan karena mengandung serum, jaringan desidua, leukosit dan eritrosit. Berlangsung 8-14 hari postpartum.
- d. Lochea alba berwarna putih terdiri atas leukosit dan sel-sel desidua. Berlangsung > 14 hari.

(Sitti Nurul. dkk, 2021).

3. Perubahan Serviks

Setelah persalinan serviks menganga, setelah 7 hari dapat dilalui 1 jari, setelah 4 minggu rongga bagian luar kembali normal (Sitti Nurul. dkk, 2021).

4. Perubahan Vagina dan Perinium

Secara berangsur-angsur luasnya vagina akan berkurang tetapi jarang kembali seperti ukuran nulipara, hymen tampak sebagai tonjolan jaringan kecil dan berubah menjadi karunkula mitiformis. Perinium yang terdapat laserasi atau jahitram serta odem akan berangsur-angsur pulih sembuh 6-7 hari tanpa infeksi. Oleh karena itu sangat diperlukan vulva hygiene (Sitti Nurul. dkk, 2021)

5. Perubahan Sistem Pencernaan

Biasanya ibu mengalami konstipasi setelah persalinan. Hal ini disebabkan karena pada waktu melahirkan alat pencernaan mendapat tekanan yang menyebabkan kolon menjadi kosong, pengeluaran cairan yang berlebihan pada waktu persalinan,

kurangnya asupan makan, hemoroid dan kurangnya aktivitas tubuh (Vivian Nanny.dkk., 2023).

6. Perubahan Sistem Perkemihan

Setelah proses persalinan berlangsung, biasanya ibu akan sulit untuk buang air kecil dalam 24 jam pertama. Penyebab dari keadaan ini adalah terdapat spasme sfinkter dan edema leher kandung kemih setelah mengalami kompresi (tekanan) antara kepala janin dan tulang pubis selama persalinan berlangsung. Kadar hormon estrogen yang bersifat menahan air akan mengalami penurunan yang mencolok. Keadaan tersebut disebut “diuresis” (Sitti Nurul. dkk, 2021).

7. Perubahan Sistem Muskuloskeletal

Otot-otot uterus berkontraksi segera setelah partus, pembuluh darah yang berada di antara anyaman otot-otot uterus akan terjepit, sehingga akan menghentikan perdarahan. Ligamen-ligamen, diafragma pelvis, serta fascia yang meregang pada waktu persalinan, secara berangsur-angsur menjadi ciut dan pulih kembali. Stabilisasi secara sempurna terjadi pada 6-8 minggu setelah persalinan (Sitti Nurul. dkk, 2021).

8. Perubahan Sistem Endokrin

Perubahan sistem endokrin selama masa nifas melibatkan penyesuaian kadar hormon dalam tubuh. Hormon-hormon yang mengalami perubahan pada ibu nifas adalah estrogen, progesteron,

oksitosin, dan prolaktin. Estrogen dan progesteron menurun secara signifikan, yang menyebabkan peningkatan kadar prolaktin dan oksitosin. Oksitosin memiliki peran penting dalam proses involusi uterus dan merangsang produksi ASI, sementara prolaktin bertanggung jawab untuk memproduksi ASI. Kondisi ini mendukung proses laktasi yang efektif, memungkinkan semua ibu nifas untuk memberikan ASI secara eksklusif kepada bayi mereka. Selain itu, hormon lain yang mengalami perubahan adalah hormon plasenta. Hormon plasenta menurun setelah plasenta lahir, termasuk Human Chorionic Gonadotropin (HCG) yang menurun cepat dan tetap sekitar 10% selama 3 jam pertama hingga hari ketujuh pasca persalinan. Faktor-faktor yang memengaruhi perubahan sistem endokrin meliputi:

a. Hormon plasenta

Selama periode pasca partum terjadi perubahan hormon yang besar. Pengeluaran plasenta menyebabkan penurunan signifikan plasenta. Hormon plasenta menurun dengan cepat setelah persalinan.

Setelah plasenta lahir (6 jam – 48 jam) , kadar hormon plasenta seperti human plasentalactogen (HPL), estrogen, dan progesteron turun drastis hingga 90-95% dalam 24 jam pertama, yang berarti kadarnya berubah dari sangat tinggi menjadi hampir nol atau hanya tersisa sedikit sekali.

Sehingga, peningkatan efek kadar glukosa darah hilang dan glukosa darah ibu nifas cepat kembali normal. Namun pemeriksaan gula darah tidak dilakukan pada 6 – 48 jam karena kondisi ibu nifas masih tidak stabil akibat pendarahan pasca melahirkan, dehidrasi, anemia, serta saluran hemodinamik yang mengganggu akurasi hasil tes, sehingga prioritas utama adalah menjaga komplikasi akut seperti infeksi atau pendarahan berlebih.

- b. Oksitosin berperan dalam kontraksi uterus untuk mencegah perdarahan dan membantu uterus kembali normal. Isapan bayi dapat merangsang produksi ASI dan sekresi oksitosin.

- c. Prolaktin

Menurunnya kadar estrogen menimbulkan terangsangnya kelenjar pituitari bagian belakang untuk mengeluarkan prolaktin. Prolaktin darah meningkat dengan cepat. Hormon ini berperan dalam pembesaran payudara untuk merangsang produksi susu. Pada wanita yang tidak menyusui bayinya, tingkat sirkulasi prolaktin menurun dalam waktu 2 minggu atau 14-21 hari setelah persalinan.

- d. Hipotalamik pituitary ovarium

Bagi wanita menyusui maupun tidak akan mempengaruhi lamanya menstruasi. Seringkali menstruasi pertama bersifat anovulasi yang dikarenakan rendahnya kadar estrogen dan

progesteron.

- e. Estrogen dan Progesteron, setelah melahirkan estrogen menurun 10% dalam waktu sekitar 3 jam postpartum dan progesterone meningkat.

(Vivian Nanny.dkk., 2023).

9. Perubahan Tanda- Tanda Vital

- a. Suhu tubuh saat postpartum dapat naik kurang lebih $0,5^{\circ}\text{C}$, setelah 2 jam postpartum normal dan tidak melebihi 8°C akan kembali normal sesudah 2 jam pasca melahirkan. Dimana suhu tubuh wanita inpartu tidak lebih dari $37,2^{\circ}\text{C}$.
- b. Normal denyut nadi pada orang dewasa 60-80 kali permenit. Nadi dapat bradikardi kalau takikaerdi waspada mungkin ada perdarahan, pernapasan akan sedikit meningkat setelah persalinan lalu kembali normal.
- c. Tekanan darah kadang naik lalu kembali normal setelah beberapahari asalkan tidak ada penyakit yang menyertai (Sitti Nurul. dkk, 2021).

10. Perubahan Sistem Kardiovaskuler

Selama kehamilan, terjadi peningkatan volume darah dan perubahan shunt yang kemudian akan hilang tiba-tiba setelah persalinan, sehingga sistem kardiovaskular memerlukan mekanisme kompensasi untuk menyesuaikan kondisi tersebut. Mekanisme ini membantu jantung mempertahankan fungsi

sirkulasi, terutama pada ibu dengan vitium cordis.

Setelah melahirkan, volume darah secara bertahap kembali ke keadaan sebelum hamil. Dalam periode ini, sebagian ibu nifas dapat mengalami edema akibat perpindahan cairan dari intravaskular ke jaringan interstisial, peningkatan tekanan vena, serta pengaruh hormon kehamilan yang masih tersisa. Edema biasanya tampak pada tungkai, pergelangan kaki, atau tangan, dan umumnya bersifat fisiologis selama tidak disertai keluhan lain. Kondisi ini akan membaik seiring penyesuaian sistem kardiovaskular dan peningkatan diuresis pada masa nifas.(Vivian Nanny.dkk., 2023).

11. Perubahan Berat Badan

Setelah melahirkan, ibu akan kehilangan 5-6 kg berat badannya yang berasal dari bayi, plasenta dan air ketuban dan pengeluaran darah saat persalinan, 2-3 kg lagi melalui air kencing sebagai usaha tubuh untuk mengeluarkan timbunan cairan waktu hamil. (Nurun Ayati Khasanah & Wiwit Sulistyawati, 2017).

Adaptasi fisiologis yang dilakukan oleh tubuh karena semua organ akan kembali seperti sebelum hamil sejak satu jam plasenta lahir sampai 6 minggu post partum. Pada saat ini terjadi lagi penurunan berat badan 2- 3 kg melalui diuresis, pengeluaran lokia dan involusi uteri. (Mustary, 2013). Penurunan berat badan ibu yang cukup besar pada 6 minggu pertama setelah melahirkan,

terutama pada 2–3 minggu awal masa nifas (McKinley et al., 2018).

Setelah melahirkan akan terjadi penurunan berat badan 5–11 kg disebabkan proses kelahiran dan pemberian ASI. Ibu yang menyusui bayinya akan mengalami penurunan berat badan yang lebih banyak dibandingkan dengan ibu yang tidak menyusui bayinya. Tubuh ibu memerlukan tenaga 500 kalori untuk menghasilkan ASI yang dibutuhkan selama menyusui bayinya sehingga ibu yang menyusui bayinya akan kehilangan tenaga 3500 kalori atau 0,45 kg untuk penyediaan makanan bagi bayinya. Bila ditambah dengan pola latihan sehat dan pola makan (diet) yang lebih banyak (Nurun Ayati Khasanah & Wiwit Sulistyawati, 2017).

12. Menyusui

Menyusui berperan penting dalam membantu penurunan berat badan pada ibu nifas karena proses produksi ASI meningkatkan kebutuhan energi tubuh. Menyusui secara eksklusif dapat membakar sekitar 500 kalori per hari, sehingga membantu penggunaan kembali simpanan lemak yang terbentuk selama kehamilan dan mendukung penurunan berat badan secara bertahap setelah persalinan. Ibu yang menyusui eksklusif umumnya mengalami penurunan berat badan yang lebih besar dibandingkan ibu yang tidak menyusui atau menyusui tidak eksklusif, serta menunjukkan perbaikan metabolisme seperti penurunan kadar

insulin dan risiko obesitas jangka panjang. Selain itu, menyusui juga berkaitan dengan kontrol glukosa yang lebih baik pada masa nifas, ditandai dengan penurunan resistensi insulin dan peningkatan toleransi glukosa, terutama bermanfaat bagi ibu dengan riwayat diabetes gestasional atau kondisi prediabetes (Ćwiek et al., 2023).

Menyusui pada ibu nifas dengan prediabetes memberikan manfaat penting bagi pengendalian gula darah dan pemulihan metabolik, sehingga sangat dianjurkan bila tidak ada kontraindikasi medis. Pada ibu nifas yang mengalami prediabetes, proses menyusui membantu meningkatkan penggunaan glukosa oleh tubuh karena produksi ASI memerlukan energi yang cukup besar, sehingga dapat menurunkan kadar glukosa darah secara bertahap dan mengurangi resistensi insulin. Selain itu, menyusui merangsang pelepasan hormon oksitosin dan prolaktin yang berperan dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan membantu stabilisasi metabolisme setelah persalinan. Kondisi ini mendukung pencegahan progresi prediabetes menjadi diabetes melitus tipe 2 pada periode postpartum. Selain perbaikan metabolisme glukosa, menyusui juga membantu penurunan berat badan postpartum melalui mobilisasi simpanan lemak yang terbentuk selama kehamilan, yang merupakan faktor penting dalam pengendalian prediabetes. Ibu nifas dengan prediabetes yang menyusui secara eksklusif cenderung mengalami penurunan berat badan dan

perbaikan profil metabolik yang lebih baik dibandingkan ibu yang tidak menyusui (Ćwiek et al., 2023).

2.2 Indeks Massa Tubuh Pra Kehamilan

2.2.1 Definisi Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan indikator antropometri yang digunakan untuk menilai status gizi ibu berdasarkan perbandingan berat badan (kg) dan tinggi badan (m^2) (Hanum et al., 2020). Pengukuran IMT pra kehamilan penting dilakukan karena dapat menggambarkan cadangan energi dan status gizi ibu sebelum memasuki masa kehamilan. Status gizi yang optimal sebelum kehamilan berperan penting dalam mendukung kesehatan ibu serta pertumbuhan dan perkembangan janin.(Mievis et al., 2024).

Prediabetes pada ibu nifas merupakan kondisi gangguan regulasi glukosa yang ditandai dengan kadar glukosa darah atau HbA1c yang berada di atas normal tetapi belum memenuhi kriteria diabetes melitus. Setelah persalinan, meskipun hormon kehamilan seperti estrogen, progesteron, dan human placental lactogen menurun drastis, resistensi insulin tidak selalu langsung membaik, terutama pada ibu dengan IMT tinggi atau retensi berat badan postpartum. Akibatnya, ibu nifas dengan $IMT \geq 25$ memiliki risiko lebih besar mengalami prediabetes dibandingkan ibu dengan IMT normal (Liu et al., 2014).

Indeks Massa Tubuh pra-hamil dan peningkatan Indeks Massa Tubuh pada masa nifas juga berkontribusi terhadap keberlanjutan

gangguan metabolik. Ibu nifas yang tidak mengalami penurunan berat badan yang adekuat dalam beberapa minggu hingga bulan setelah persalinan cenderung mempertahankan kondisi resistensi insulin. Hal ini menjadikan IMT sebagai faktor risiko yang bersifat persisten terhadap prediabetes, terutama pada ibu dengan riwayat diabetes melitus gestasional. (Huang et al., 2015).

2.2.2 Pengukuran Indeks Massa Tubuh

IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan, maka mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup lebih panjang.

Rumus IMT sebagai berikut :

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan (m}^2\text{)}^2}$$

2.2.3 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi IMT

Faktor – faktor yang mempengaruhi indeks massa tubuh pada pra kehamilan adalah sebagai berikut :

1. Pola Makan

Pola makan seimbang sangat memengaruhi IMT nifas karena ibu yang menyusui membutuhkan tambahan 300-500 kkal/hari untuk mendukung laktasi, tetapi asupan berlebih

menyebabkan retensi berat, sementara defisit gizi menurunkan IMT secara ekstrem. Ibu nifas dengan IMT normal cenderung memiliki kadar prolaktin optimal untuk ASI jika nutrisi tercukupi (Tressa Eka Putri et al., 2024).

2. Aktivitas fisik

Aktivitas fisik berperan dalam menjaga keseimbangan antara energi yang masuk dan energi yang digunakan tubuh. Kurangnya aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko overweight dan obesitas (Tressa Eka Putri et al., 2024).

3. Faktor genetik

Riwayat keluarga dengan obesitas dapat meningkatkan kecenderungan seseorang mengalami kelebihan berat badan akibat pengaruh faktor genetik terhadap metabolisme tubuh (Tressa Eka Putri et al., 2024).

4. Usia

Peningkatan usia umumnya disertai penurunan laju metabolisme basal dan aktivitas fisik sehingga dapat meningkatkan risiko peningkatan IMT (Rodiana, 2024).

5. Kelebihan Berat Badan atau Obesitas

Kelebihan berat badan atau Obesitas merupakan kondisi yang sangat sering ditemukan pada masyarakat maju dan lebih sering ditemukan dalam negara sedang berkembang. Suatu kondisi terjadinya penimbunan lemak yang berlebihan terhadap tinggi badan dan berat badan (Rodiana, 2024).

2.2.4 Kategori Indeks Massa Tubuh

Menurut Kemenkes RI 2019, bahwa kategori indeks massa tubuh dibagi menjadi 3 yaitu sebagai berikut :

1. Gizi Kurang ($IMT < 18,5 \text{ kg/m}^2$)

Gizi kurang merupakan kondisi ketika berat badan berada di bawah batas normal dibandingkan tinggi badannya. Kondisi ini menunjukkan bahwa cadangan energi dan zat gizi dalam tubuh tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan metabolisme. Pada wanita usia reproduksi, gizi kurang sebelum kehamilan dapat meningkatkan risiko kekurangan energi kronis (KEK), anemia, gangguan pertumbuhan janin, serta berat badan lahir rendah (BBLR). Selain itu, status gizi kurang dapat memengaruhi proses pemulihan kesehatan ibu setelah persalinan karena tubuh memiliki cadangan nutrisi yang terbatas.

2. Gizi Normal ($IMT 18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$)

Gizi normal merupakan kondisi ketika berat badan sesuai dengan tinggi badan sehingga mencerminkan keseimbangan antara asupan energi dan kebutuhan tubuh. Wanita dengan IMT normal sebelum kehamilan umumnya memiliki risiko yang lebih rendah terhadap komplikasi kehamilan maupun gangguan metabolik. Status gizi normal mendukung fungsi metabolisme yang optimal, sensitivitas insulin yang baik, serta membantu menjaga kadar glukosa darah tetap dalam rentang normal. Oleh karena itu, IMT

normal dianggap sebagai kondisi yang paling ideal untuk mempersiapkan kehamilan dan mendukung kesehatan ibu pada masa nifas.

3. Gizi Lebih/Obesitas ($IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$)

Gizi lebih atau obesitas merupakan kondisi ketika terjadi penumpukan lemak tubuh yang berlebihan akibat ketidakseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi dalam jangka waktu yang lama. Pada wanita dengan $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$, peningkatan jaringan lemak, terutama lemak visceral, dapat menyebabkan resistensi insulin sehingga sel-sel tubuh menjadi kurang responsif terhadap kerja insulin. Kondisi ini mengakibatkan peningkatan kadar glukosa darah dan meningkatkan risiko terjadinya prediabetes maupun diabetes melitus tipe 2. Selain itu, obesitas sebelum kehamilan juga berhubungan dengan meningkatnya risiko diabetes gestasional, hipertensi dalam kehamilan, persalinan sesar, serta gangguan metabolik pada masa nifas.

2.2.5 Perubahan Indeks Massa Tubuh Pra Hamil sampai Masa Nifas

Perubahan indeks massa tubuh (IMT) dari masa prahamil hingga akhir masa nifas merupakan proses fisiologis kompleks yang dipengaruhi oleh adaptasi metabolik kehamilan dan pemulihan postpartum, dimulai dengan penilaian IMT *baseline*

(acuan utama) prahamil yang dihitung menggunakan rumus berat badan (kg) dibagi kuadrat tinggi badan (m^2), dengan klasifikasi normal ($<25 \text{ kg/m}^2$), dan obesitas ($\geq 25 \text{ kg/m}^2$) sesuai standar WHO, karena ibu dengan IMT prahamil *elevated* (meningkat) sudah memiliki predisposisi resistensi insulin akibat akumulasi lemak visceral yang merangsang pelepasan asam lemak bebas (FFA) dan sitokin inflamasi seperti $\text{TNF-}\alpha$ serta IL-6 sejak awal konsepsi. Pada trimester pertama (minggu 1–12), IMT meningkat minimal (0,5–2 kg total) akibat hiperemesis gravidarum ringan atau retensi cairan awal, diikuti akselerasi pada trimester kedua (minggu 13–26) dengan kenaikan 0,4–0,5 kg/minggu karena ekspansi volume plasma (hingga 1,5 L atau 1,5 kg), pertumbuhan janin-plasenta (0,5–1 kg), dan deposisi lemak maternal (2–3 kg) untuk cadangan energi, sementara trimester ketiga (minggu 27–40) menunjukkan puncak kenaikan 0,5–1 kg/minggu akibat massa janin (3–4 kg), amnion (1 kg), darah maternal tambahan (1–2 kg), serta lemak visceral ekstra (3–5 kg), sehingga IMT akhir kehamilan sering mencapai 28–35 kg/m^2 dari *baseline* 22–25 kg/m^2 , melebihi rekomendasi Institute of Medicine (IOM) yaitu 11–16 kg untuk overweight dan 7–11 kg untuk obesitas, yang memperburuk hiperinsulinemia dan dislipidemia (Puspita, 2019).

Memasuki masa nifas (hari 1–42), proses *reversi* (kembali normal) IMT dimulai secara bertahap melalui mekanisme fisiologis

seperti kehilangan darah persalinan (500–1000 mL atau 0,5–1 kg pada hari 1–3), diuresis postpartum masif (2–4 kg cairan egesti pada hari 2–5 akibat penurunan progesteron), involusi uterus (1 kg pada minggu pertama), serta laktasi yang meningkatkan metabolisme basal hingga 500–800 kkal/hari melalui produksi ASI (0,7–1 L/hari), sehingga penurunan IMT rata-rata 0,5–0,8 kg/minggu pada minggu 1–2 (total 1–2 kg), melambat menjadi 0,3–0,5 kg/minggu pada minggu 3–6 akibat penurunan hormon prolaktin dan retensi lemak adaptif untuk nutrisi bayi, menghasilkan retensi bersih 2–7 kg di atas prahamil pada hari ke-28 hingga 42 tergantung faktor seperti pola makan tinggi karbohidrat tradisional Indonesia, aktivitas fisik rendah, dan IMT awal (Siregar et al., 2024).

2.2.8 Proses Terjadinya Prediabetes Pada Ibu Nifas Berdasarkan IMT

Indeks Massa Tubuh (IMT) tinggi, khususnya pada kategori overweight (25–29,9 kg/m²) atau obesitas (≥ 30 kg/m²), memengaruhi terjadinya prediabetes pada ibu nifas melalui proses kompleks yang dimulai dari akumulasi lemak berlebih di jaringan adiposa, terutama lemak visceral di sekitar perut, yang menyebabkan pelepasan zat-zat proinflamasi seperti sitokin (misalnya IL-6 dan TNF- α) secara berlebihan, sehingga menciptakan kondisi peradangan kronis rendah derajat di seluruh tubuh. Peradangan ini mengganggu sinyal insulin di otot, hati, dan jaringan lemak dengan menghambat fosforilasi protein

IRS-1 (insulin receptor substrate-1), yang merupakan langkah awal dalam jalur penyerapan glukosa, sehingga sel-sel tubuh menjadi kurang sensitif terhadap insulin atau disebut resistensi insulin, di mana pankreas terpaksa memproduksi lebih banyak insulin (hiperinsulinemia) untuk mengkompensasi kadar gula darah yang mulai naik. Pada masa nifas, kondisi ini memburuk karena fluktuasi hormon pasca melahirkan seperti penurunan estrogen dan progesteron tidak sepenuhnya memulihkan sensitivitas insulin, terutama jika IMT tetap tinggi akibat kenaikan berat badan selama kehamilan yang tidak turun signifikan, ditambah riwayat diabetes gestasional (DMG) yang mempercepat kelelahan sel beta pankreas, sehingga kadar glukosa darah puasa mencapai 100-125 mg/dL atau HbA1c 5,7-6,4%, yang mendefinisikan prediabetes (Yuanita Asri & Sarwono Waspadji, 2021).

Proses ini semakin memburuk akibat gangguan pada adipokin, yaitu zat-zat yang diproduksi oleh jaringan lemak, di mana kelebihan berat badan akibat obesitas menyebabkan penurunan produksi adiponektin, hormon pelindung yang membantu insulin bekerja dengan baik dari jaringan lemak yang sehat, serta peningkatan kadar leptin dan resistin yang justru memicu ketidakpekaan sel terhadap insulin semakin parah, sementara kadar trigliserida darah yang tinggi dari akumulasi lemak berlebih menghalangi kerja enzim GLUT4 yang bertugas memindahkan glukosa masuk ke dalam sel-sel tubuh, sehingga kadar gula darah naik secara perlahan setelah makan (hiperglikemia

postprandial) selama masa nifas. Ibu nifas dengan IMT pada kategori obesitas berisiko hingga enam kali lipat lebih tinggi mengalami prediabetes dibandingkan dengan IMT normal, karena melibatkan mekanisme di tingkat sel seperti aktivasi protein kinase C (PKC) dan jalur mTOR/S6K1 yang merusak kinerja insulin secara bertahap, ditambah faktor genetik serta kondisi pasca melahirkan seperti kurang olahraga atau pola makan kaya karbohidrat yang memperburuk penumpukan lemak di tempat-tempat tidak semestinya seperti hati dan otot. Tanpa langkah pencegahan seperti diet rendah kalori, rutinitas olahraga, atau pemeriksaan OGTT pada minggu ke-4 hingga 12 masa nifas, kondisi prediabetes ini bisa cepat berkembang menjadi diabetes tipe 2, sehingga pengukuran IMT sebelum hamil dan setelah melahirkan menjadi alat prediksi utama yang sangat penting untuk deteksi dini (Lourenço & Guedes-Martins, 2025).

2.3 Status Glikemik

2.3.1 Definisi Status Glikemik

Status glikemik adalah kondisi metabolisme glukosa yang mencerminkan kemampuan tubuh dalam menjaga kadar glukosa darah tetap berada pada rentang normal melalui proses produksi, pemanfaatan, dan penyimpanan glukosa yang seimbang. Status glikemik digunakan sebagai indikator untuk menilai kondisi metabolik seseorang serta mengidentifikasi adanya gangguan metabolisme glukosa, seperti prediabetes dan diabetes mellitus (Weykamp, 2013).

Menurut *American Diabetes Association* (ADA), status glikemik dapat dinilai melalui beberapa metode pemeriksaan, antara lain glukosa darah puasa, tes toleransi glukosa oral, dan hemoglobin terglikasi (HbA1c). Di antara metode tersebut, pemeriksaan HbA1c banyak digunakan karena mampu menggambarkan rata-rata kadar glukosa darah selama dua hingga tiga bulan terakhir (American Diabetes Association, 2021).

Status glikemik yang normal menunjukkan bahwa mekanisme pengaturan kadar glukosa darah dalam tubuh berfungsi dengan baik. Sebaliknya, status glikemik yang abnormal menunjukkan adanya gangguan dalam kerja atau produksi insulin yang dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah dan berpotensi berkembang menjadi diabetes melitus apabila tidak dilakukan penanganan yang tepat (Sofais et al., 2025).

2.3.2 Mekanisme Regulasi Glukosa Darah

Kadar glukosa darah dalam tubuh dipertahankan tetap normal melalui suatu mekanisme yang disebut homeostasis glukosa. Mekanisme ini melibatkan berbagai organ dan hormon, terutama insulin dan glukagon yang diproduksi oleh pankreas. Insulin dihasilkan oleh sel beta (β) pankreas dan berfungsi menurunkan kadar glukosa darah dengan membantu glukosa masuk ke dalam sel-sel tubuh, seperti sel otot, hati, dan jaringan lemak. Sebaliknya, glukagon diproduksi oleh sel alfa (α) pankreas dan berperan meningkatkan kadar glukosa darah dengan merangsang

pelepasan glukosa yang tersimpan di hati (Erratum, 2018).

Setelah mengonsumsi makanan, kadar glukosa darah akan meningkat sehingga pankreas melepaskan hormon insulin. Hormon ini membantu glukosa masuk ke dalam sel untuk digunakan sebagai sumber energi atau disimpan dalam bentuk glikogen di hati dan otot. Sebaliknya, ketika kadar glukosa darah menurun, pankreas akan meningkatkan produksi glukagon yang berfungsi memecah cadangan glikogen dan membentuk glukosa baru melalui proses glukoneogenesis. Mekanisme tersebut bertujuan untuk menjaga kadar glukosa darah tetap stabil (Röder et al., 2016).

Keseimbangan antara kerja insulin dan glukagon sangat penting dalam menjaga homeostasis glukosa. Apabila keseimbangan tersebut terganggu, pengaturan kadar glukosa darah menjadi tidak optimal sehingga dapat menyebabkan hiperglikemia atau peningkatan kadar glukosa darah. Kondisi ini dapat memengaruhi status glikemik seseorang dan meningkatkan risiko terjadinya gangguan metabolisme glukosa.

2.3.3 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Status Glikemik

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi status glikemik antara lain:

1. Indeks Massa Tubuh (IMT)

IMT yang tinggi berhubungan dengan peningkatan jaringan lemak tubuh, terutama lemak visceral. Akumulasi lemak visceral dapat menyebabkan resistensi insulin sehingga kemampuan insulin dalam memasukkan

glukosa ke dalam sel menurun dan kadar glukosa darah meningkat (American Diabetes Association, 2021).

2. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik membantu meningkatkan sensitivitas insulin dan penggunaan glukosa oleh otot. Kurangnya aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko resistensi insulin dan gangguan glikemik.

3. Pola Makan

Asupan makanan yang tinggi kalori, gula sederhana, dan lemak jenuh dapat meningkatkan berat badan serta mengganggu metabolisme glukosa sehingga meningkatkan risiko prediabetes.

4. Usia

Pertambahan usia berhubungan dengan penurunan sensitivitas insulin dan fungsi sel β pankreas yang dapat meningkatkan risiko gangguan metabolisme glukosa.

5. Riwayat Keluarga Diabetes Melitus

Faktor genetik berperan dalam memengaruhi fungsi insulin dan metabolisme glukosa sehingga individu dengan riwayat keluarga diabetes memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan glikemik (Huang et al., 2020).

6. Riwayat Diabetes Gestasional

Wanita yang pernah mengalami diabetes gestasional memiliki risiko lebih tinggi mengalami prediabetes maupun diabetes melitus tipe 2 setelah persalinan (Huang et al., 2020).

7. Menyusui

Menyusui dapat meningkatkan penggunaan energi dan glukosa oleh tubuh sehingga membantu memperbaiki sensitivitas insulin serta mengurangi risiko gangguan glikemik pada masa nifas (Huang et al., 2020).

2.3.4 Klasifikasi Status Glikemik

Status glikemik dapat diklasifikasikan berdasarkan hasil pemeriksaan HbA1c. HbA1c merupakan hemoglobin yang berikatan dengan glukosa dan mencerminkan rata-rata kadar glukosa darah selama 2–3 bulan terakhir. Kadar HbA1c kurang dari 5,7% menunjukkan metabolisme glukosa yang masih normal. Kadar HbA1c 5,7–6,4% dikategorikan sebagai prediabetes, yaitu kondisi ketika kadar glukosa darah lebih tinggi dari normal tetapi belum memenuhi kriteria diabetes melitus. Sementara itu, kadar HbA1c $\geq 6,5\%$ digunakan sebagai salah satu kriteria diagnosis diabetes melitus (American Diabetes Association, 2021).

2.3.5 Status Glikemik Pada Masa Nifas

Status glikemik pada masa nifas menggambarkan kondisi metabolisme glukosa setelah persalinan yang dipengaruhi oleh perubahan hormonal dan adaptasi metabolik tubuh ibu. Setelah plasenta lahir, kadar hormon diabetogenik kehamilan seperti human placental lactogen (hPL), estrogen, progesteron, dan kortisol mengalami penurunan yang menyebabkan sensitivitas insulin meningkat kembali secara bertahap. Perubahan tersebut berperan dalam memperbaiki homeostasis glukosa yang sebelumnya mengalami perubahan selama kehamilan. Namun, tidak

semua ibu mengalami pemulihan metabolik yang optimal. Pada sebagian wanita, terutama yang memiliki IMT pra kehamilan berlebih atau obesitas, resistensi insulin dapat menetap hingga masa nifas sehingga meningkatkan risiko gangguan metabolisme glukosa. Menurut American Diabetes Association (ADA), periode postpartum merupakan waktu yang penting untuk mengevaluasi status glikemik karena gangguan toleransi glukosa yang masih ditemukan setelah persalinan dapat menjadi indikator risiko berkembangnya prediabetes maupun diabetes melitus tipe 2 di kemudian hari (American Diabetes Association, 2025).

Kondisi status glikemik pada masa nifas dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah status gizi sebelum kehamilan. Wanita dengan IMT pra kehamilan yang tinggi cenderung memiliki akumulasi jaringan adiposa yang lebih besar, terutama lemak visceral, yang dapat meningkatkan produksi sitokin proinflamasi seperti tumor necrosis factor- α (TNF- α) dan interleukin-6 (IL-6). Peningkatan mediator inflamasi tersebut berkontribusi terhadap terjadinya resistensi insulin sehingga pengambilan glukosa oleh sel tubuh menjadi kurang efektif dan kadar glukosa darah meningkat. Apabila kondisi tersebut berlangsung dalam jangka waktu yang lama, peningkatan kadar glukosa darah akan tercermin pada nilai HbA1c yang lebih tinggi. Oleh karena itu, penilaian status glikemik menggunakan HbA1c pada masa nifas dapat digunakan untuk mengidentifikasi ibu yang berisiko mengalami gangguan metabolisme glukosa sejak dini, terutama pada kelompok dengan IMT pra kehamilan

berlebih atau obesitas (Petersen & Shulman, 2018; American Diabetes Association, 2025).

2.4 HbA1c

2.4.1 Definisi HbA1c

HbA1c adalah hemoglobin yang melekat pada glukosa dalam sel darah merah. Kadar HbA1c meningkat seiring dengan naiknya gula darah dan mencerminkan rata-rata kadar gula selama 2-3 bulan terakhir, sesuai dengan masa hidup sel darah merah sekitar 100-120 hari, sehingga dapat digunakan sebagai indikator kontrol glukosa jangka panjang dan deteksi gangguan metabolik seperti *prediabetes* atau *diabetes mellitus* pada ibu nifas. Tes HbA1c digunakan untuk menilai risiko kerusakan jaringan akibat gula darah tinggi dan mengendalikan keberhasilan pengendalian diabetes guna mencegah komplikasi. Secara molekuler, HbA1c adalah N-(1-deoksi)-fruktosil-hemoglobin pada rantai beta hemoglobin (Wijayanti et al., 2025). Pengukuran HbA1c pada ibu nifas dapat membantu mengevaluasi status glukosa setelah kehamilan, khususnya pada wanita dengan riwayat diabetes gestasional (GDM), karena perubahan hormonal dan metabolik setelah persalinan dapat memengaruhi metabolisme glukosa (Varejão et al., 2021).

Hemoglobin A1c (HbA1c) adalah hemoglobin yang terikat secara permanen dengan glukosa dalam darah selama 2-3 bulan terakhir. Hemoglobin sendiri merupakan protein dalam sel darah merah

yang membawa oksigen ke seluruh tubuh. Pemeriksaan HbA1c digunakan untuk mengukur kontrol gula darah jangka panjang pada penderita diabetes, membantu diagnosis, menentukan prognosis, dan mengatur pemeliharaan penyakit. Dengan mengukur kadar HbA1c yang diketahui, dapat diperoleh persentase hemoglobin yang mengandung gula sebagai indikator rata-rata gula darah selama beberapa bulan terakhir (Wijayanti et al., 2025).

Pemeriksaan HbA1c yang terdeteksi tinggi ($\geq 5,7$ % untuk prediabetes) mencerminkan rata-rata gula darah 2-3 bulan terakhir karena ikatan glukosa dengan hemoglobin sel darah merah yang hidup 90 hari, sehingga gejala diabetes seperti sering haus, buang air kecil berlebih, lelah, penurunan berat badan, penglihatan kabur, atau luka lambat sembuh biasanya sudah muncul atau hampir muncul bersamaan dengan hasil tes positif. Gejala tidak selalu langsung terasa pada tahap awal karena diabetes tipe 2 berkembang lambat (asimtomatik bertahun-tahun), tetapi apabila HbA1c baru naik, gejala klasik dapat muncul dalam 1-3 bulan setelah deteksi jika tidak diobati, dan tergantung tingkat hiperglikemia. sedangkan pada HbA1c $\geq 9\%$ gejala bisa langsung ada saat tes (Soebagijo, et al., 2021).

2.4.2 Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi HbA1c Pada Ibu Nifas

1. Riwayat Diabetes Gestasional

Ibu dengan riwayat diabetes gestasional memiliki risiko hingga 60% untuk mengalami diabetes tipe 2 dalam 5-10 tahun

setelah melahirkan. Riwayat GDM merupakan faktor prediktif kuat terhadap peningkatan HbA1c pascapersalinan. Ibu yang mengalami GDM pada kehamilan sebelumnya memiliki risiko 3-5 kali lipat lebih tinggi untuk mengalami gangguan toleransi glukosa pada periode nifas dibandingkan dengan ibu tanpa riwayat GDM.

2. Indeks Massa Tubuh

Wanita dengan IMT pra-kehamilan ≥ 25 kg/m² memiliki kadar HbA1c pascapersalinan 0.31% lebih tinggi dibandingkan wanita dengan IMT normal. Obesitas sebelum kehamilan mencerminkan gaya hidup dan resistensi insulin yang cenderung bertahan setelah kehamilan. IMT yang tinggi sebelum hamil, obesitas pascapersalinan, dan penambahan berat badan yang berlebihan merupakan faktor risiko independen untuk terjadinya diabetes setelah melahirkan.

3. Usia

Usia maternal lanjut, terutama ≥ 45 tahun, meningkatkan risiko prediabetes pascapersalinan hingga 5.76 kali lipat. Usia yang lebih tua berhubungan dengan penurunan fungsi sel beta pankreas yang lebih dalam selama kehamilan, yang kemungkinan akan memperburuk kondisi metabolisme glukosa pascapersalinan. Ibu yang berusia lebih tua memiliki prevalensi kebutuhan insulin yang lebih tinggi dan risiko komplikasi metabolik yang lebih besar.

4. Kebutuhan Terapi Insulin Selama Kehamilan

Kebutuhan insulin selama kehamilan meningkatkan risiko prediabetes pascapersalinan sebesar 3.37 kali lipat. Penggunaan insulin atau obat antidiabetes oral selama kehamilan menunjukkan insufisiensi sel beta yang lebih parah. Kondisi ini mencerminkan gangguan metabolisme yang lebih berat yang cenderung berlanjut setelah persalinan, meningkatkan kadar HbA1c dan risiko diabetes jangka panjang.

5. Kadar Glukosa Darah OGTT

Kadar glukosa darah 120 menit setelah OGTT 75g yang tinggi (≥ 155 mg/dl) dan HbA1c saat diagnosis yang tinggi ($\geq 5.3\%$) merupakan faktor risiko gangguan glukosa pascapersalinan. Hasil tes toleransi glukosa oral yang abnormal, terutama pada jam ke-1 dan ke-2, memprediksi risiko tinggi untuk mengalami gangguan metabolisme glukosa setelah melahirkan. Kadar glukosa 2 jam OGTT yang tinggi menunjukkan resistensi insulin yang signifikan.

6. Retensi Berat Badan Pascapersalinan

Retensi berat badan pascapersalinan ≥ 5 kg berhubungan dengan kadar HbA1c 0.34% lebih tinggi, terutama pada minggu ke-30 pascapersalinan. Kegagalan menurunkan berat badan setelah melahirkan mencerminkan perilaku gaya hidup dan faktor fisiologis seperti resistensi insulin yang tidak teratasi. Semakin besar retensi berat badan, semakin tinggi risiko terjadinya peningkatan HbA1c dan perkembangan diabetes di masa depan.

7. Komplikasi Perinatal

Komplikasi perinatal merupakan salah satu dari tiga faktor risiko utama untuk gangguan intoleransi glukosa pascapersalinan. Komplikasi seperti preeklampsia, perdarahan pascapersalinan, atau infeksi dapat mempengaruhi metabolisme glukosa dan ka HbA1c setelah melahirkan. Kondisi stres fisiologis yang ditimbulkan oleh komplikasi ini dapat memperburuk resistensi insulin dan kontrol glikemik.

8. Faktor Genetik

Riwayat keluarga diabetes tipe 2 juga meningkatkan kerentanan terhadap gangguan metabolisme glukosa. Predisposisi genetik ini berinteraksi dengan faktor-faktor lain seperti obesitas dan gaya hidup untuk meningkatkan risiko diabetes jangka panjang setelah GDM.

9. Faktor Hemoglobin dan Anemia

Kadar hemoglobin yang rendah pada trimester kedua akhir berhubungan dengan underestimasi HbA1c terhadap tingkat glukosa yang sebenarnya. Anemia pascapersalinan, perputaran sel darah merah yang berubah, dan faktor yang mempengaruhi glikosilasi dapat mempengaruhi nilai HbA1c terlepas dari kontrol glukosa yang sebenarnya. Hal ini penting dipertimbangkan terutama pada evaluasi HbA1c 6 minggu pascapersalinan karena masih mencerminkan sebagian kontrol glukosa selama kehamilan.

(Katreddy , 2013)

2.4.3 Peran HbA1C pada Diabetes Melitus

Fungsi pemeriksaan HbA1C dalam mendukung pengelolaan diabetes melitus adalah sebagai skrining / penyaring, diagnostik dan pemantauan pengendalian penyakit.

1. Tes Saring (Skrining tes) Bertujuan untuk mendeteksi diabetes melitus sedini mungkin sehingga dapat dicegah kemungkinan terjadinya komplikasi kronik akibat penyakit ini.
2. Tes Diagnostik Bertujuan untuk memastikan diagnosis diabetes melitus pada pasien dengan keluhan klinis khas diabetes mellitus atau pasien yang terjaring pada tes skrining.
3. Tes Pengendalian Bertujuan untuk memantau keberhasilan pengobatan untuk mencegah komplikasi kronik.
4. Indikator Kontrol Glikemik Untuk menilai konsentrasi glukosa darah rerata 3 bulan sebelum pemeriksaan.

(Simatupang, 2020)

2.4.4 Kelebihan dan Keterbatasan HbA1C

Pemeriksaan HbA1c merupakan tes darah yang paling akurat untuk menilai pengendalian diabetes selama 3 bulan terakhir karena mengukur persentase glukosa yang melekat pada hemoglobin dalam sel darah merah yang hidup sekitar 90–120 hari. Tes ini tidak dipengaruhi oleh tekanan gula darah setiap hari dan tidak memerlukan puasa. Nilai HbA1c yang normal menunjukkan kadar gula darah terkendali dengan

baik.

Tes HbA1c berbeda dengan tes glukosa darah sewaktu (GDS) dan puasa (GDP) karena nilai HbA1c lebih stabil dan tidak terpengaruh oleh perubahan gula darah harian. Namun pemeriksaan ini memiliki keterbatasan, seperti dipengaruhi oleh variasi hemoglobin sehingga tidak cocok untuk pasien dengan kelainan hemoglobin (hemoglobinopati). Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan metode enzimatis yang tidak dipengaruhi oleh kelainan hemoglobin. Selain itu, kondisi seperti anemia hemolitik yang menyebabkan kerusakan sel darah merah lebih cepat, dapat mengurangi keakuratan hasil HbA1c. Meskipun demikian, meskipun HbA1c memberikan gambaran gula darah rata-rata selama beberapa bulan, hasilnya perlu diproses dengan mempertimbangkan kondisi pasien secara menyeluruh.

Kehilangan darah dalam jumlah besar maupun tindakan transfusi darah dapat merangsang peningkatan produksi retikulosit sebagai bentuk pemulihan fungsi sumsum tulang. Sel darah merah yang baru terbentuk ini memiliki kadar glikasi hemoglobin yang lebih rendah dibandingkan eritrosit yang lebih tua, sehingga dapat menimbulkan hasil HbA1c yang tampak lebih rendah secara tidak akurat. Oleh karena itu, pemeriksaan HbA1c pada pasien yang baru menerima transfusi darah sebaiknya dilakukan setelah 2–3 bulan. Jangka waktu ini diperlukan karena darah donor yang masuk mengandung eritrosit dengan tingkat glikasi hemoglobin lebih rendah dibandingkan eritrosit

milik pasien, sehingga dapat menyebabkan hasil HbA1c menjadi rendah tidak sesuai dengan sebenarnya (Soebagijo Adi Soelistijo et al., 2024).

Sebaliknya, pada pasien pasca splenektomi (tindakan pembedahan untuk mengangkat atau menghilangkan limpa), usia eritrosit menjadi lebih panjang akibat proses penghancuran sel darah yang lebih lambat. Sementara itu, pada anemia aplastik, produksi retikulosit menurun sehingga eritrosit yang lebih tua mendominasi. Kedua kondisi tersebut dapat menyebabkan kadar HbA1c tampak lebih tinggi secara palsu. Dengan demikian, berbagai keadaan yang memengaruhi usia atau produksi eritrosit dapat mengurangi keakuratan pemeriksaan HbA1c dalam menggambarkan kondisi gula darah yang sebenarnya (Jamaluddin, 2020).

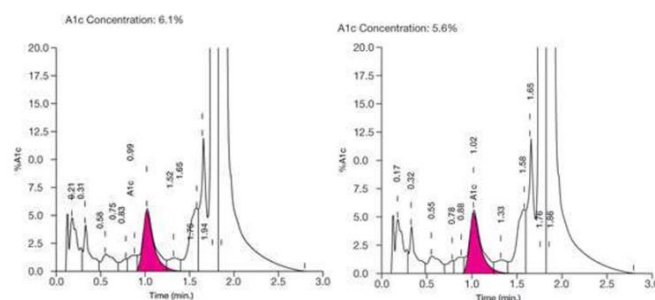
2.4.5 Metode Pemeriksaan HbA1C

Pemeriksaan HbA1C dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu:

1. High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

Uji kromatografi yang menggunakan instrumen HPLC dan proses pertukaran ion atau kolom afinitas untuk memisahkan molekul HbA1c dari molekul hemoglobin lain. Kandungan HbA1c diukur berdasarkan rasio area puncak HbA1c terhadap total area puncak hemoglobin. Prinsip HbA1c metode HPLC adalah memisahkan dan mengukur konsentrasi hemoglobin A1c (HbA1c) dari sampel darah menggunakan kromatografi cairan kinerja tinggi (HPLC). Metode ini digunakan untuk memisahkan HbA1c dari

komponen lain dalam sampel darah, seperti hemoglobin lainnya dan protein darah. HbA1c kemudian dideteksi menggunakan detektor ultraviolet. Sampel yang digunakan adalah darah lengkap/EDTA (Little, R.R. et al., 2019). Contoh alat yang menggunakan metode ini adalah Bio Rad D10.

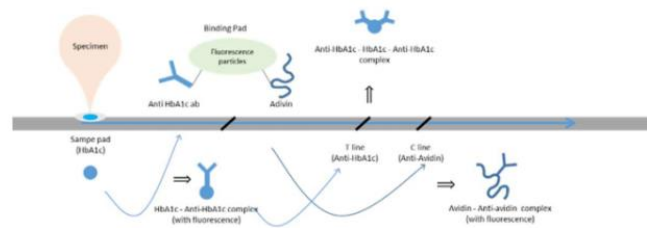


Gambar 2 3 Hasil Kromatografi HbA1c Metode HPLC Biorad

Sumber: (Biorad, 2016)

2. Fluoresensi

Metode fluoresensi termasuk metode yang baru untuk pemeriksaan HbA1c. Prinsip dari metode fluoresensi adalah sampel darah yang telah direaksikan dengan reagen yang mengandung antibodi terhadap HbA1c yang dilabel fluoresensi dengan menggunakan cahaya laser atau sumber cahaya lainnya akan menghasilkan fluoresensi, yang kemudian diukur menggunakan detektor fluoresensi serta hasilnya dikonversi menjadi persentase HbA1c dalam darah (Vilarinho, F. et al, 2020). Contoh alat yang menggunakan metode ini adalah I-Chroma dan YHLO Unicell-s.



Gambar 2 4 Prinsip Pemeriksaan HbA1c Metode Fluoresensi

Sumber: (Biotech S.Y., 2022)

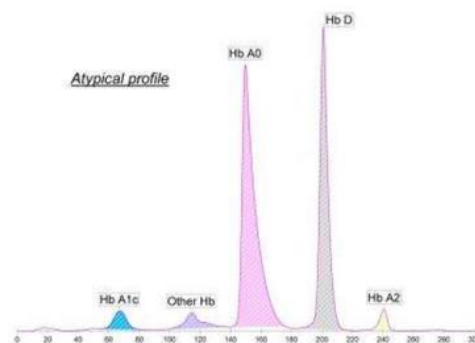
3. Elektroforesis

Prinsip metode pemeriksaan HbA1c elektroforesis adalah dengan memisahkan fraksi hemoglobin yang berbeda berdasarkan muatan listrik dan ukuran molekulnya dengan bantuan medan listrik yang kuat. Sampel darah yang diambil dari pasien diaplikasikan pada suatu media seperti agarose atau gel poliakrilamida, kemudian diberi arus listrik sehingga fraksi hemoglobin yang berbeda akan terpisah berdasarkan perbedaan muatan listrik dan ukuran molekulnya. Fraksi HbA1c yang sudah terpisah kemudian dapat diukur dengan cara yang lain seperti spektrofotometri atau densitometri (American Diabetes Association, 2021). Pemisahan HbA1c dalam elektroforesis kapiler (CE) berdasarkan rasio muatan terhadap massa akan menghasilkan dua kemungkinan, yaitu:

- a. Analisis Hb sebagai kation dalam buffer asam pH di bawah pH Hb, yaitu sekitar 7,0. Pemisahan hemoglobin A1c dan A0

terjadi karena perbedaan muatan yang berasal dari eliminasi satu gugus amino bermuatan positif dalam molekul HbA1c melalui perlekatan bagian glukosa.

b. Analisis Hb sebagai anion dalam kondisi basa dengan selektivitas terhadap HbA1c yang diinduksi oleh interaksi cis-diol dari unit glukosanya dengan anion borat dari elektrolit latar Baltimore gas dan elektrik (BGE). Contoh alat yang menggunakan metode ini adalah elektroforesis mikrokapiler dari Sebia



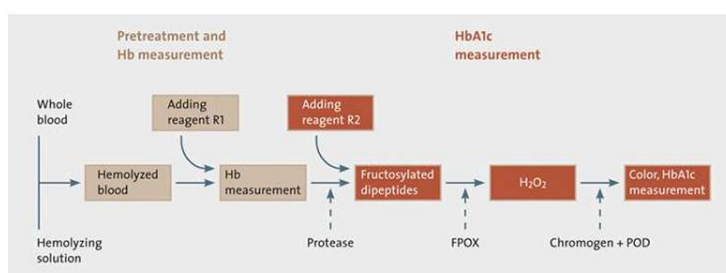
Gambar 2 5 Kromatogram Elektroforesis Mikrokapiler dari Sebia

Sumber: (Sebia, 2013)

4. Enzimatik

Metode HbA1c enzimatik adalah salah satu metode laboratorium untuk mengukur kadar HbA1c dalam darah. Prinsip dari metode enzimatik ini adalah bahwa HbA1c diubah menjadi bentuk hemoglobin lain dengan menggunakan enzim tertentu yang

dapat menghilangkan bagian gula dari molekul HbA1c, kemudian enzim yang sama mengubah bentuk hemoglobin menjadi zat yang berwarna yang dapat diukur secara spektrofotometri. Kadar HbA1c yang semakin tinggi dalam sampel darah maka semakin banyak molekul hemoglobin yang akan diubah menjadi bentuk hemoglobin yang dapat diukur secara spektrofotometri (Lein, A. et al., 2014). Contoh alat pemeriksaan HbA1c yang menggunakan metode ini adalah Hitachi dengan reagen Dyasis.



Gambar 2 6 Prinsip Pemeriksaan HbA1C Metode Enzimatik (Dyasis)

Sumber: (Systems, D., 2019)

2.4.6 Waktu Pemeriksaan HbA1c Pada Ibu Nifas

Waktu yang tepat untuk melakukan pemeriksaan HbA1c pada ibu nifas, khususnya mereka yang memiliki riwayat diabetes gestasional (GDM) atau berisiko gangguan glukosa, adalah pada masa postpartum yang cukup setelah tubuh kembali stabil metaboliknya, yaitu sekitar 6–12 minggu (2–3 bulan) setelah persalinan, karena HbA1c mencerminkan rata-rata kadar glukosa darah selama 2–3 bulan terakhir dan pengukuran

terlalu awal dapat masih mencerminkan glikemia selama kehamilan serta dipengaruhi oleh perubahan fisiologis pascapersalinan seperti volume darah yang berubah dan turnover sel darah merah yang lebih cepat, sehingga hasilnya kurang akurat dalam menilai status glukosa sebenarnya setelah melahirkan. Sedangkan pada ibu nifas tanpa riwayat diabetes gestasional bisa dilakukan pada hari ke 35 – 42 hari karena pada periode ini perdarahan umumnya sudah berhenti dan perubahan fisiologis kehamilan mulai kembali normal. Proses pembentukan sel darah merah baru mulai stabil, sehingga secara klinis pemeriksaan HbA1c sudah dapat dilakukan (Eng et al., 2024).

2.4.7 Nilai normal HbA1c

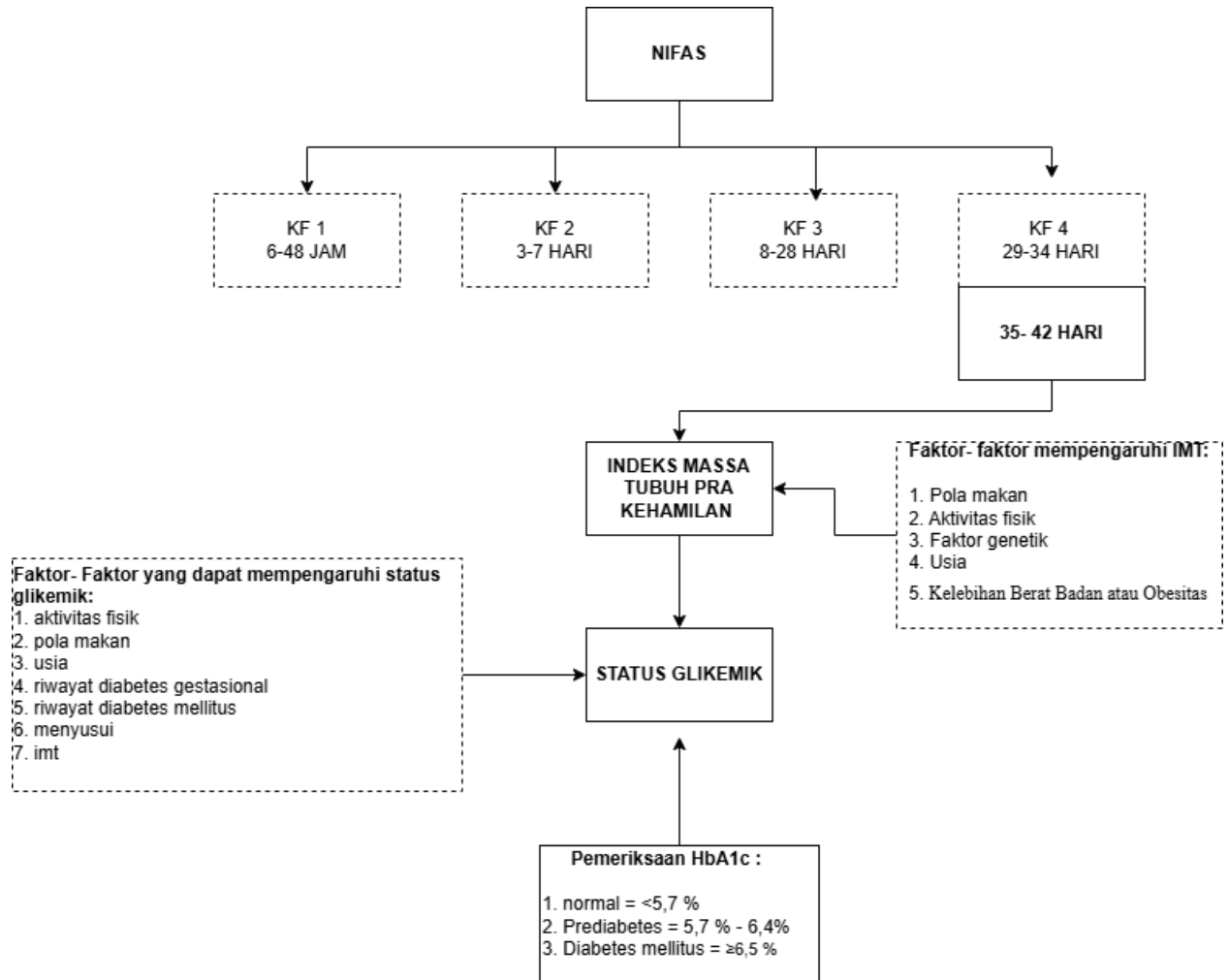
WHO menentukan cut- off point diagnosis diabetes mellitus yaitu memiliki kadar HbA1c 6,5 % atau setara dengan 48 mmol/ mol. Sedangkan seseorang dengan kadar HbA1c 5,7 -6,4 % dianggap memiliki risiko tinggi untuk menderita diabetes melitus.

Tabel 2 2 Nilai Normal HbA1c

Nilai HbA1c (%)	Interpretasi
< 5,7%	Normal
5,7 % - 6,4 %	Prediabetes
≥6,5 %	Diabetes Mellitus

Sumber: (Soebagijo,et al., 2021)

2.5 Kerangka Konsep Penelitian



Keterangan

:

Diteliti

:



Tidak diteliti

:



Berpengaruh

:



Berhubungan

:



2.6 Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pernyataan. Dikatakan sementara, karena jawaban yang diberikan baru didasarkan pada teori yang relevan, belum didasarkan pada fakta-fakta empiris yang diperoleh melalui pengumpulan data. Jadi hipotesis juga dapat dinyatakan sebagai jawaban teoritis terhadap rumusan masalah penelitian, belum jawaban yang empiris (Sugiyono, 2023). Berdasarkan kerangka konsep diatas maka hipotesis penelitian ini adalah:

H0: Tidak ada hubungan antara indeks massa tubuh pra kehamilan dengan status glikemik pada ibu nifas berdasarkan pemeriksaan HbA1c

H1: Terdapat hubungan antara indeks massa tubuh pra kehamilan dengan status glikemik pada ibu nifas berdasarkan pemeriksaan HbA1c