

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Glukosa Darah

1. Defenisi Glukosa Darah

Glukosa adalah senyawa utama yang berperan dalam metabolisme tubuh yang dihasilkan dari penguraian karbohidrat dan diatur oleh insulin agar dapat masuk ke dalam sel. Glukosa ini berfungsi sebagai sumber energi penting, dan saat kelebihan maka insulin akan membantu penyimpanannya sebagai cadangan energi dalam tubuh (Anjum, 2023).

Glukosa darah merupakan hasil akhir metabolisme karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tubuh, terutama bagi otak dan sel darah merah. Kelebihan glukosa akan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot. Kadar glukosa darah dikendalikan oleh hormon insulin dan glukagon yang dihasilkan dari pankreas untuk menjaga keseimbangan metabolik tubuh (Siti Nurfajriah *et al.*, 2020).

Glukosa adalah sumber energi utama bagi tubuh. Karbohidrat, lemak, dan protein yang dikonsumsi akan diubah menjadi glukosa, yang kemudian berperan sebagai bahan bakar utama dalam proses metabolisme tubuh (Firdayanti, 2021). Glukosa darah adalah komponen nutrisi utama yang digunakan dalam metabolisme sel, memberikan energi kepada tubuh, dan mengatur kadar glukosa dalam kisaran normal (Rosman, 2018).

Glukosa darah terbagi menjadi dua kondisi, yaitu:

- a. Hiperglikemia yang dapat terjadi karena konsumsi karbohidrat dan glukosa yang berlebihan. Ciri-cirinya adalah kadar gula darahnya bisa mencapai >240 mg/dL. Gejala yang muncul meliputi rasa haus yang meningkat, sakit kepala, kesulitan fokus, penglihatan kabur, sering buang air kecil, kelelahan, dan penurunan berat badan. (Rosman, 2018).
- b. Hipoglikemia yang dapat disebabkan oleh kurangnya asupan karbohidrat dan glukosa. Seseorang dikatakan hipoglikemia bila kadar gula darahnya kurang dari 50mg/dL. Tanda dan gejalanya antara lain kesulitan sadar, gangguan penglihatan, masalah memori, berkeringat, tremor, detak jantung cepat,

gelisah, pucat, menggigil, gugup, dan rasa lapar. Hipoglikemia disebabkan oleh terlambat makan, kurangnya asupan makanan, berlebihan dalam olahraga, stres, mengonsumsi obat antidiabete dalam dosis lebih tinggi daripada yang dianjurkan, atau mengonsumsi obat lain yang memicu turunnya kadar gula darah, serta adanya gangguan fungsi adrenal atau kelenjar hipofisis (Rosman, 2018).

2. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Glukosa Darah

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar glukosa darah yaitu:

a. Usia

Risiko terjadinya diabetes meningkat seiring bertambahnya usia, khususnya pada rentang usia 45 hingga 60 tahun, yang dipicu oleh tubuh yang mulai tidak mampu mengatur gula darah dengan baik pada kelompok usia tersebut. Proses penuaan menyebabkan pengurangan kemampuan sel pankreas dalam menghasilkan hormon insulin. Selain itu, pada orang yang lebih tua dapat terjadinya penurunan aktivitas mitokondria yang dimana mitokondria tersebut berfungsi sebagai penghasil energi tubuh. Sehingga seiring bertambahnya usia, kemampuan sel tubuh untuk menghasilkan energi mulai menurun. Akibatnya, lemak lebih mudah menumpuk di otot. Penumpukan lemak ini bisa mengganggu kerja insulin, sehingga tubuh tidak bisa mengontrol gula darah dengan baik (Imelda, 2019).

Berdasarkan Kementerian Kesehatan RI (2016), usia manusia dibagi ke dalam beberapa kelompok, yaitu bayi dan balita <5 tahun, anak-anak 5-9 tahun, remaja 10-18 tahun, dewasa 18-59 tahun, dan lansia ≥ 60 . Pengelompokan usia ini dibuat untuk memudahkan dalam memahami tahap perkembangan manusia, baik dari segi fisik, mental, maupun kebutuhan kesehatannya (Kemenkes, 2016).

b. Aktifitas Fisik

Aktivitas fisik dapat mengakibatkan peningkatan produksi insulin, yang berdampak pada penurunan kadar glukosa dalam darah. Saat melakukan aktivitas fisik, glukosa digunakan sebagai sumber energi oleh tubuh. Pada orang yang jarang berolahraga, nutrisi yang dikonsumsi tidak terpakai secara optimal dan justru disimpan dalam bentuk lemak dan glukosa. Jika produksi

insulin tidak mencukupi untuk mengubah glukosa menjadi energi, maka dapat terjadi peningkatan kadar glukosa darah yang berpotensi menyebabkan diabetes mellitus (Komariah & Rahayu, 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan Auliya *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa individu dengan tingkat aktivitas fisik ringan memiliki risiko lebih tinggi mengalami peningkatan kadar glukosa darah dibandingkan dengan mereka yang melakukan aktivitas fisik berat. Kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan penumpukan jaringan lemak yang meningkat, yang kemudian berkontribusi terhadap resistensi insulin. Selain itu, minimnya aktivitas fisik juga mengurangi kemampuan jaringan tubuh dalam merespons insulin secara efektif (Putri, Fadil & Rofinda, 2016).

c. Lama Menopause

Menopause merupakan fase ketika produksi hormon estrogen dan progesteron berhenti, yang dapat menimbulkan perubahan metabolik penting seperti timbulnya resistensi insulin dan peningkatan lemak visceral. Kondisi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya risiko hiperglikemia dan diabetes melitus tipe 2 (Chikwati *et al.*, 2024). Selain itu, hasil penelitian longitudinal menunjukkan bahwa sensitivitas insulin serta fungsi sel β pankreas mengalami penurunan dengan tingkat yang bervariasi selama periode perimenopause hingga pascamenopause. Oleh karena itu, pemantauan terhadap perubahan metabolik pada masa ini sangat diperlukan untuk mencegah gangguan metabolik lebih lanjut (Choi & Yu, 2025).

Penelitian yang dilakukan Widianingsih (2024) menunjukkan bahwa wanita menopause dengan durasi menopause yang lebih lama (>1 tahun) cenderung memiliki kadar glukosa darah yang lebih tinggi, yang disebabkan oleh penurunan fungsi pankreas dan metabolisme yang terganggu. Oleh karena itu, pengelolaan kesehatan dan pengawasan kadar glukosa darah secara rutin sangat diperlukan pada wanita menopause untuk mencegah komplikasi diabetes (Widianingsih, 2024).

d. Riwayat Diabetes Mellitus Pada Keluarga

Riwayat keluarga merupakan salah satu faktor risiko yang signifikan terhadap penyakit diabetes mellitus. Orang dengan garis keturunan diabetes

dari ibu memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan penyakit ini, dan risiko tersebut semakin meningkat apabila terdapat riwayat diabetes dari kedua orang tua. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kombinasi genetik dari ayah dan ibu yang membawa sifat predisposisi terhadap diabetes, sehingga seseorang dapat didiagnosis lebih awal. Individu yang memiliki anggota keluarga, baik orang tua, saudara, maupun anak yang menderita diabetes, memiliki peluang 2 hingga 6 kali lebih besar untuk mengalami penyakit serupa dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki riwayat keluarga tersebut (Nababan *et al.*, 2020).

e. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menilai risiko seseorang terhadap penyakit metabolik. Berat badan yang kurang dapat meningkatkan kemungkinan terkena infeksi, sementara kelebihan berat badan berkontribusi pada risiko penyakit degeneratif. Oleh sebab itu, menjaga berat badan dalam kisaran normal diyakini dapat membantu seseorang mencapai harapan hidup yang lebih panjang. Perbedaan kadar gula darah pada tiap individu dengan obesitas dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor lainnya. $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$ pada orang dewasa dikategorikan sebagai obesitas. Kondisi obesitas menyebabkan hipertrofi sel beta pankreas, yang muncul sebagai respons terhadap peningkatan beban metabolik glukosa dalam upaya memenuhi kebutuhan energi sel yang berlebihan (Nababan *et al.*, 2020).

Nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) diperoleh melalui pengukuran berat badan (BB) dalam satuan kilogram dan tinggi badan (TB) dalam satuan meter. Selanjutnya, hasil dari pengukuran tersebut dihitung menggunakan rumus tertentu untuk mendapatkan angka IMT yang menggambarkan status gizi seseorang (PERKENI, 2015).

$$IMT = \frac{BB \text{ (Kilogram)}}{TB^2 \text{ (Meter)}}$$

Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai apakah seseorang memiliki berat badan yang sudah ideal atau belum.

Untuk menentukan status tersebut, tabel berikut dapat dijadikan acuan sebagai panduan.

Tabel 1 Kategori IMT

Kategori	Hasil Indeks Massa Tubuh (IMT)
BB Kurang	<18,5
BB Normal	18,5 - 22,9
BB Berlebih	23,0 - 24,9
Obesitas	>25

Sumber : (PERKENI, 2015)

3. Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah

a. Glukosa Darah Sewaktu

Pemeriksaan glukosa darah sewaktu (GDS) atau random blood glucose (RBG) adalah tes yang dapat dilakukan kapan saja tanpa perlu berpuasa terlebih dahulu. Tes ini biasanya digunakan sebagai skrining awal untuk mendeteksi penyakit Diabetes Mellitus. Kadar normal glukosa darah sewaktu adalah 70-140 mg/dl (Permata, 2022).

b. Glukosa Darah Puasa (*Nuchter*)

Pemeriksaan glukosa darah puasa (GDP), yang juga dikenal sebagai glukosa darah *nuchter* atau *fasting blood sugar* (FBS), dilakukan setelah pasien berpuasa selama 10-12 jam. Tes ini biasanya menjadi bagian dari pemeriksaan rutin pada pasien dengan Diabetes Mellitus. Kadar glukosa darah puasa yang normal berkisar antara 70 hingga 110 mg/dl (Permata, 2022).

c. Glukosa Darah 2 Jam *Post Prandial*

Pemeriksaan glukosa darah 2 jam setelah makan atau yang dikenal sebagai *post prandial blood sugar* (PPBS) adalah tes yang mengukur respons tubuh terhadap asupan karbohidrat tinggi dua jam pasca makan (Rosman, 2018). Nilai normal kadar glukosa darah 2 jam *post prandial* adalah <140 mg/dl. Jika hasil tes menunjukkan kadar glukosa di bawah angka tersebut, maka pasien masih memiliki mekanisme pengaturan glukosa yang normal. Namun, apabila kadar glukosa melebihi batas normal, hal ini mengindikasikan adanya gangguan dalam metabolisme pengeluaran glukosa pada pasien tersebut (Permata, 2022).

4. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

a. POCT (*Point of care Testing*)

POCT (*Point of Care Testing*) adalah jenis pemeriksaan yang hasilnya dapat diketahui dengan cepat untuk membantu pengambilan keputusan tindakan selanjutnya pada pasien. Salah satu contohnya adalah glukosameter. Namun, glukosameter umumnya digunakan untuk pemantauan kadar glukosa karena memiliki keterbatasan, yaitu hanya bisa menggunakan sampel darah kapiler sehingga kurang cocok untuk diagnosis yang akurat (Rosman, 2018). Menurut Saputri *et al.* (2023) kelebihan metode POCT adalah tidak memerlukan reagen dan memberikan hasil dengan cepat. Namun, metode ini memiliki kekurangan berupa ketidakpastian akurasi dan keterbatasan yang dipengaruhi oleh kadar hematokrit dalam darah (Saputri *et al.*, 2023).

Prinsip dari metode POCT adalah darah kapiler diambil dan diserap oleh strip tes, kemudian mengalir ke area reaksi di mana bercampur dengan reagen untuk memulai proses pengukuran. Enzim glukosa dehidrogenase bersama koenzim di strip mengubah glukosa yang ada dalam darah menjadi glukonolakton. Reaksi kimia ini menghasilkan arus listrik DC yang aman, sehingga alat glukometer dapat mengukur tingkat gula darah berdasarkan besar kecilnya arus listrik tersebut (Hasanuddin, 2018).



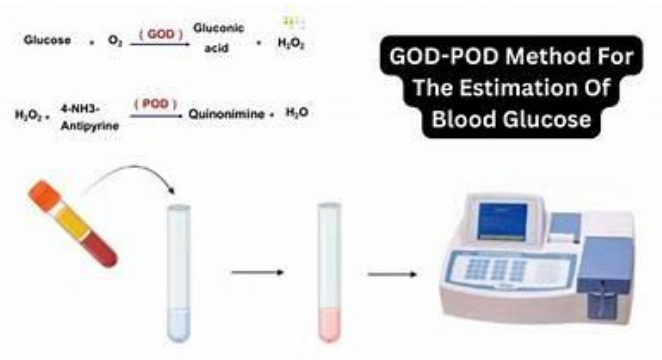
Gambar 1 Glukosa darah metode POCT

b. GOD-PAP (*Glucose Oxidase – Peroxidase Aminoantypirin*)

Metode pemeriksaan glukosa darah dengan prinsip GOD-PAP didasarkan pada penghitungan kadar glukosa setelah terjadi oksidasi enzimatik glukosa.

Dalam reaksi tersebut, indikator kalorimetri berupa quinoneimine terbentuk dari 4-aminoantipirina dan fenol yang dihasilkan dari hidrogen peroksida, dengan bantuan enzim peroksidase sebagai katalis (Suryati, 2021).

Prinsip kerja alat GOD-PAP (enzimatik) adalah katalisis reaksi oksidasi glukosa yang mengubah glukosa menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida. Perubahan ini diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm (Wulandari et al., 2024). Menurut Saputri *et al.* (2023) kelebihan dari metode GOD-PAP adalah memiliki akurasi yang tinggi, spesifik, dan relatif bebas dari gangguan seperti kadar hematokrit, volume sampel, vitamin C, suhu, dan lipid. Namun, kekurangannya meliputi kebutuhan jumlah sampel darah yang cukup banyak, memerlukan reagen khusus, membutuhkan tempat khusus untuk pemeliharaan alat spektrofotometer dan reagen GOD-PAP, serta biaya yang relatif tinggi (Saputri *et al.*, 2023).



Gambar 2 Glukosa darah metode GOD-PAP (Sourav,2024)

B. Menopause

1. Pengertian Menopause

Istilah menopause berasal dari bahasa Latin yang menggabungkan kata "*Meno*" yang berarti bulan dan "*Pausia*" yang berarti berhenti. Menopause menandai berakhirnya masa subur alami pada wanita. Saat seorang wanita mendekati masa menopause, jumlah folikel ovarium menurun, sehingga produksi hormon estrogen menurun juga dan menyebabkan siklus menstruasi menjadi tidak teratur. Akhirnya, kadar estrogen menjadi sangat rendah sehingga tidak mampu mempertahankan siklus menstruasi setiap bulannya (Hasnita *et al.*, 2019).

Menopause adalah kondisi berhentinya menstruasi atau periode haid terakhir dalam perjalanan hidup seorang wanita. Periode transisional antara siklus

ovulatorik dan menopause, saat fungsi ovarium menurun secara progresif, dikenal sebagai periode pramenopause atau klimakterium. Istilah “pascamenopause” atau “menopause” mengacu kepada waktu setelah menopause. Selama waktu ini, seorang perempuan biasanya mengalami berbagai perubahan endokrin, somatic dan psikologik (Yulizawati & Marzattia, 2021).

Menopause dikatakan terjadi ketika seorang wanita telah tidak mengalami haid selama 12 bulan berturut-turut akibat menurunnya fungsi ovarium, sehingga menopause dianggap telah benar-benar terjadi. Sebelum memasuki fase menopause alami, wanita akan melalui masa pramenopause yang berlangsung sekitar 3 hingga 5 tahun sebelumnya, di mana gejala-gejala klimakterium mulai muncul. Selanjutnya, fase menopause berlangsung hingga diikuti oleh fase postmenopause yang dimulai setelah 12 bulan tanpa menstruasi. Kombinasi antara masa pramenopause dan postmenopause dikenal sebagai perimenopause, yakni periode di mana keluhan menopause biasanya mencapai puncaknya. Tahap postmenopause ini dialami oleh semua wanita menopause, baik menopause alami maupun menopause dini karena faktor tertentu (Fauzia, Syamsianah & Kusuma, 2018).

Seorang wanita akan mengalami menopause alami secara bertahap selama beberapa tahun. Menopause alami biasanya terjadi pada usia di akhir 40 tahun atau di awal 50 tahun. Menopause yang disebabkan oleh prosedur medis seperti pembedahan atau penyinaran disebut menopause buatan. Proses pembedahan histerektomi dan ooforektomi bilateral menyebabkan menopause. Pengangkatan ovarium dilakukan untuk mencegah karsinoma ovarium (Kundre & Hamel, 2019).

Wanita usia subur (WUS) merupakan wanita yang berusia antara 15-49 tahun, yaitu sejak pertama kali mengalami menstruasi sampai berhentinya menstruasi, dan masih memiliki kemungkinan untuk hamil serta melahirkan (Sulymbona, 2024). Menurut World Health Organization (WHO), siklus menstruasi akan berhenti pada masa menopause, yang biasanya terjadi pada usia 45–55 tahun. Seorang wanita dikatakan sudah menopause jika tidak mengalami menstruasi selama minimal satu tahun berturut-turut. Pada kondisi ini, kesuburan dan menstruasi berhenti secara permanen. Sebelum menopause, wanita melewati masa pramenopause, yaitu fase di mana terjadi fluktuasi hormonal yang berlangsung

selama sekitar lima hingga lima belas tahun sebagai masa transisi menuju menopause (Jannah, 2020).

2. Periode Menopause Dalam Fase Klimakterium

a. Premenopause

Fase premenopause terjadi pada rentang usia sekitar 48-55 tahun hingga awal klimakterium. Pada masa ini, siklus menstruasi mulai menjadi tidak teratur dengan perdarahan yang berlangsung lebih lama dan volume darah yang keluar biasanya lebih sedikit, disertai terkadang dengan rasa nyeri haid. Beberapa wanita juga mengalami gejala vasomotorik seperti *hot flashes*, keluhan psikologis, serta gangguan saraf vegetatif. Premenopause merupakan masa transisi menuju menopause dan menandai proses penuaan pada wanita, yang ditandai dengan turunnya kadar hormon estrogen dari ovarium. Periode ini biasanya berlangsung antara 2 sampai 5 tahun sebelum menopause benar-benar terjadi (Yulizawati & Marzatia, 2021).

b. Perimenopause

Perimenopause adalah masa transisi yang terjadi antara fase premenopause dan pascamenopause. Biasanya wanita pada usia sekitar 50 tahun akan mengalami perimenopause. Perimenopause juga dikenal dengan fase peralihan. Perimenopause dapat terjadi di sekitar 2 tahun sebelum terjadinya menopause dan 2 tahun setelahnya. Pada umumnya, wanita dalam fase ini sudah mulai merasakan berbagai keluhan yang berkaitan dengan masa klimakterium. (Yulizawati & Marzatia, 2021).

c. Menopause

Pada fase menopause ditandai oleh berhentinya menstruasi atau haid terakhir yang terjadi akibat menurunnya fungsi hormon estrogen dalam tubuh. Umumnya, menopause terjadi pada usia sekitar 56-60 tahun. Seorang wanita dianggap telah mengalami menopause jika tidak mengalami haid selama 12 bulan berturut-turut, ditemukan kadar Folikel Stimulasi Hormon (FSH) dalam darah lebih dari 40 mIU/mL, serta kadar estrogen kurang dari 30 pg/ml. Menopause biasanya terjadi pada usia sekitar 50 tahun, dengan batas paling rendah sekitar 44 tahun. Menopause yang timbul secara artifisial, misalnya

akibat operasi, radiasi, atau penyakit tertentu, umumnya menimbulkan keluhan yang lebih berat dibandingkan menopause alami (Yulizawati & Marzatia, 2021).

d. Pasca Menopause

Fase pascamenopause adalah kondisi ketika seorang wanita tidak mengalami menstruasi selama 12 bulan berturut-turut setelah melewati masa menopause. Terjadi pada usia diatas 60-65 tahun. Pada fase ini, ovarium sudah tidak aktif berfungsi lagi, kadar hormon estrogen biasanya berkisar antara 20 hingga 30 pg/ml, sementara hormon gonadotropin dalam darah umumnya mengalami peningkatan. Fase ini merupakan tahapan yang berlangsung seumur hidup dan ditandai dengan berbagai perubahan hormonal dan fisik yang berkelanjutan, meskipun gejala menopause seperti sensasi panas dan gangguan tidur biasanya mulai berkurang intensitasnya (Yulizawati & Marzatia, 2021).

3. Fisiologis Menopause

Proses penuaan pada wanita sebenarnya dimulai sejak memasuki usia 40 tahun. Saat lahir, seorang wanita memiliki sekitar ± 750.000 folikel, dan jumlah ini akan terus berkurang seiring bertambahnya usia hingga hanya tersisa beberapa ribu saat menopause. Seiring bertambahnya usia, terutama saat memasuki perimenopause, folikel menjadi semakin resisten terhadap rangsangan gonadotropin. Hal ini menyebabkan pertumbuhan folikel, ovulasi, dan pembentukan korpus luteum dalam siklus ovarium yang berangsur-angsur berhenti. Pada wanita di atas 40 tahun, sekitar 25% mengalami siklus haid tanpa ovulasi (anovulator). Resistensi folikel terhadap gonadotropin menyebabkan penurunan produksi estrogen sekaligus peningkatan kadar hormon gonadotropin. Kadar gonadotropin yang tinggi menyebabkan kadar estrogen rendah, sehingga tidak terjadi umpan balik negatif pada sumbu hipotalamus-hipofisis. Meskipun terjadi perubahan hormonal secara endokrin, belum ada parameter hormon yang khusus untuk menentukan tahap awal atau akhir transisi menopause (Anwar, 2017).

Menurut Anwar (2017) penyebab menopause adalah “matinya” (*burning out*) ovarium. Sepanjang masa reproduksi wanita, sekitar 400 folikel primordial berkembang menjadi folikel matang dan mengalami ovulasi, sementara ribuan ovum lainnya mengalami degenerasi. Ketika seorang wanita mencapai usia sekitar 45 tahun, jumlah folikel primordial yang tersisa sangat sedikit dan akan dirangsang

oleh hormon FSH dan LH. Produksi estrogen dari ovarium menurun seiring jumlah folikel primordial mencapai nol. Ketika kadar estrogen turun di bawah ambang kritis, hormon estrogen tidak lagi mampu menghambat produksi gonadotropin FSH dan LH. Akibatnya, produksi FSH dan LH, terutama FSH, meningkat secara signifikan dan terus-menerus setelah menopause. Namun, ketika folikel primordial yang tersisa menjadi atretik (tidak berkembang), produksi estrogen oleh ovarium hampir sepenuhnya berhenti (Anwar, 2017).

Menurut Haryono (2016) pada wanita pascamenopause, kadar estradiol serum biasanya berkisar antara 10-20 pg/mL, di mana sebagian besar estradiol ini berasal dari konversi androstenedion yang diperoleh melalui metabolisme perifer androstenedion. Kadar estrogen pada wanita menopause sangat dipengaruhi oleh konversi androstenedion dan testosteron menjadi estrogen. Sebuah studi di Australia mengungkapkan bahwa kadar testosteron dalam sirkulasi tidak berubah secara signifikan sejak lima tahun sebelum menopause hingga tujuh tahun setelahnya. Androstenedion merupakan androgen utama yang dilepaskan oleh folikel yang sedang berkembang di ovarium (Haryono, 2016).

Dengan berhentinya perkembangan folikel pada wanita pascamenopause, kadar androstenedion menurun hingga sekitar 50%. Setelah menopause, hanya sekitar 20% androstenedion yang diproduksi oleh ovarium. *Dehydroepiandrosteron* (DHEA) dan *dehydroepiandrosteron sulfat* (DHEAS) terutama berasal dari kelenjar adrenal, sedangkan kontribusi ovarium kurang dari 25%. Seiring bertambahnya usia, produksi DHEA menurun sebesar 60%, dan DHEAS menurun hingga 80%. Berat badan memiliki hubungan positif dengan kadar estron dan estradiol dalam peredaran darah karena konversi androstenedion menjadi estrogen. Namun, seiring penuaan, peran kelenjar adrenal sebagai sumber prekursor estrogen menjadi kurang memadai (Haryono, 2016).

C. Hubungan Antara Menopause Dengan Glukosa Darah

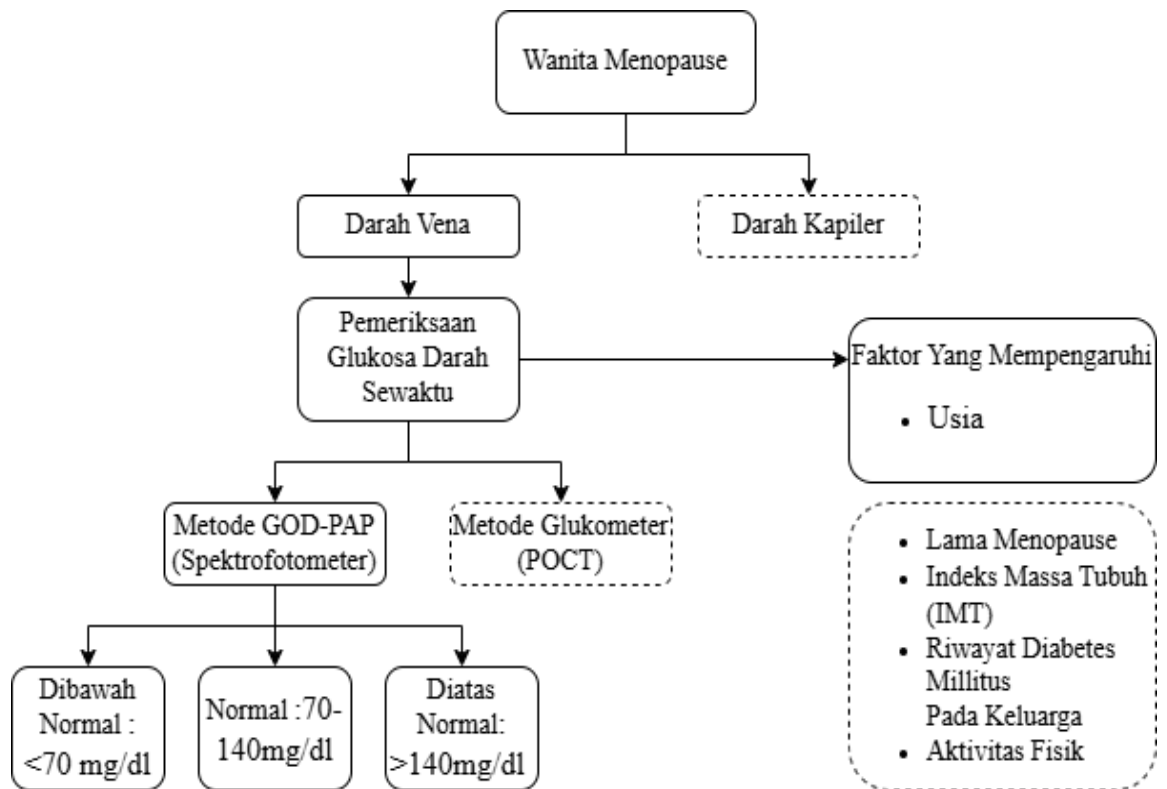
Pada tubuh yang sehat, pankreas melepaskan hormon insulin yang berfungsi mengantarkan glukosa melalui aliran darah ke otot dan jaringan lain sebagai sumber energi. Seiring bertambahnya usia, kadar glukosa darah cenderung meningkat karena penurunan fungsi organ dan metabolisme tubuh, termasuk sel pankreas yang memproduksi insulin. Saat menopause terjadi, ovarium berhenti memproduksi

hormon estrogen dan progesteron, menyebabkan peningkatan jumlah jaringan lemak tubuh. Penumpukan lemak ini mempengaruhi kadar protein adiponektin yang berperan dalam metabolisme glukosa dan asam lemak, khususnya pada sel hati dan otot yang sensitif terhadap insulin. Akibatnya, peningkatan lemak tubuh di sekitar perut pada wanita menopause berkontribusi pada perkembangan resistensi insulin yang menyebabkan kenaikan kadar glukosa darah. Selain itu, sel pankreas mengalami penurunan fungsi sehingga produksi insulin berkurang, dan kurangnya aktivitas fisik juga berdampak negatif pada pengendalian gula darah (Keyasa *et al.*, 2021).

Hormon estrogen dan progesteron berperan penting dalam memengaruhi sensitivitas sel tubuh terhadap insulin. Setelah memasuki masa menopause, perubahan kadar kedua hormon tersebut dapat memicu fluktuasi kadar glukosa darah. Kondisi ini menyebabkan kadar glukosa darah menjadi lebih sulit dikendalikan dibandingkan pada masa sebelum menopause. Apabila kadar glukosa darah tidak terkontrol, risiko terjadinya komplikasi diabetes akan meningkat. Perubahan hormonal tersebut juga berkontribusi terhadap penurunan sensitivitas insulin, yang dikenal sebagai resistensi insulin. Keadaan ini sering dijumpai pada wanita menopause dan merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya hiperglikemia serta diabetes melitus tipe 2 (Karyati *et al.*, 2019).

Saat memasuki masa menopause, ovarium berhenti memproduksi hormon estrogen dan progesteron. Setelah itu, kedua hormon tersebut hanya sedikit terbentuk dari perubahan hormon lain bernama androstenedion, sehingga wanita menopause cenderung memiliki lebih banyak jaringan lemak. Penumpukan lemak, terutama di bagian perut, dapat menurunkan kadar adiponektin, yaitu protein yang berperan dalam mengatur metabolisme glukosa dan lemak pada hati serta otot yang peka terhadap insulin. Akibatnya, peningkatan lemak di area perut dapat menyebabkan tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin (resistensi insulin), sehingga kadar glukosa darah meningkat. Selain itu, sel pankreas dapat mengalami penurunan fungsi sehingga menghasilkan lebih sedikit insulin, dan kurangnya aktivitas fisik pada wanita menopause juga dapat memperburuk pengendalian kadar gula darah (Rosalina *et al.*, 2021).

D. Kerangka Konsep



Keterangan :

 : Yang diteliti

 : Yang tidak diteliti

Gambar 3 Kerangka Konsep