

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Konsep Dasar Diabetes Melitus Pada Lansia**

##### **1. Definisi**

Diabetes Melitus (DM) adalah penyakit gangguan metabolik yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia) akibat gangguan sekresi insulin, gangguan aksi insulin atau kombinasi keduanya (Saputra, 2018). DM juga merupakan penyakit kronis yang mengganggu metabolisme karbohidrat dan lemak, yang disebabkan oleh defisiensi insulin relatif (Siregar *et al.*, 2023). Dengan demikian, diabetes melitus dapat didefinisikan sebagai gangguan metabolik kronis yang terjadi akibat gangguan produksi insulin, resistensi insulin atau kombinasi keduanya, yang berdampak pada gangguan metabolisme karbohidrat dan lemak karena tubuh mengalami kekurangan insulin.

Menurut Kemenkes RI (2019), lansia adalah individu yang telah mencapai usia 60 tahun keatas dan memasuki tahapan akhir dalam siklus kehidupannya. (Edi, Sajidin and Pratiwi, 2024), menyatakan bahwa lansia adalah individu berusia lebih dari 60, yang mengalami penurunan kemampuan dalam beradaptasi. Sementara itu, (Kulsum, 2018) mengungkapkan bahwa proses penuaan pada lansia menyebabkan kemampuan jaringan tubuh untuk memperbaiki diri atau mempertahankan fungsi normalnya semakin menurun secara perlahan. Berdasarkan berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa lansia adalah individu berusia diatas 60 tahun yang mengalami penurunan kemampuan tubuh

untuk beradaptasi, serta perlahan kehilangan kapasitas jaringan dalam mempertahankan dan memperbaiki fungsinya.

Diabetes pada lansia merupakan penyakit yang sering terjadi seiring dengan proses penuaan, yang disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh dalam memproduksi insulin yang cukup atau menggunakannya secara optimal (Sitanggang, 2021). Selain itu, diabetes pada lansia juga dapat terjadi akibat gangguan fungsi pankreas, yang menyebabkan penurunan efektivitas sistem endokrin (Edi, Sajidin and Pratiwi, 2024). Berdasarkan uraian tersebut, diabetes melitus pada lansia dapat disimpulkan sebagai gangguan metabolik kronis yang sering tidak disadari, karena gejala klinisnya tidak spesifik, dan ditandai dengan gangguan metabolisme karbohidrat dan lemak akibat kekurangan insulin.

## **2. Penyebab diabetes melitus pada lansia**

Diabetes melitus pada lansia terjadi akibat gangguan sekresi insulin oleh sel beta pankreas atau karena resistensi insulin. Ketidakmampuan sel beta dalam memproduksi insulin berdampak pada hati (hepar), yang kemudian meningkatkan produksi glukosa, sehingga menyebabkan kenaikan kadar glukosa darah saat puasa. Akibatnya, kadar glukosa darah setelah makan juga meningkat, yang dikenal sebagai kondisi gangguan keseimbangan glukosa (Himmah, 2020).

## **3. Faktor risiko diabetes melitus pada lansia**

Menurut (Widiasari, Wijaya and Suputra, 2021), faktor risiko yang dapat memicu terjadinya diabetes melitus terbagi ke dalam dua kategori, yaitu:

a. Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi

1) Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko terkena diabetes melitus. Seiring bertambahnya usia, kemungkinan mengalami intoleransi glukosa juga meningkat. Individu yang berusia 45 tahun ke atas memiliki risiko delapan kali lebih tinggi untuk mengembangkan diabetes melitus dibandingkan dengan mereka yang berusia di bawah 45 tahun (Gunawan and Rahmawati, 2021).

Secara umum, manusia mengalami penurunan fungsi fisiologis yang signifikan setelah melewati usia 40 tahun, dan diabetes melitus cenderung mulai muncul pada rentang usia tersebut. Pada tahap ini, terjadi penurunan fungsi tubuh, khususnya pankreas yang bertanggung jawab dalam produksi hormon insulin. Semakin bertambah usia, semakin besar pula risiko terkena diabetes melitus (Imelda, 2019).

## 2) Riwayat keluarga

Diabetes melitus termasuk dalam jenis penyakit yang dapat diturunkan secara genetik. Individu yang memiliki riwayat keluarga dengan diabetes melitus berisiko lebih tinggi mengalami penyakit ini dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki riwayat serupa (Nasution, Andilala and Siregar, 2021). Peran genetik riwayat keluarga dapat meningkatkan risiko kejadian DM. Apabila keluarga ada yang menderita DM maka akan lebih berisiko mengalami DM (Utomo *et al.*, 2020)

## 3) Ras dan etnis

Ras dan etnis mencakup berbagai kebiasaan serta faktor budaya yang dapat berperan dalam meningkatkan risiko diabetes melitus (Ramadhan, Fahrurazi and Jalpi, 2020). Menurut *The Sage Dictionary of Sociology*, ras, dan etnis mengacu

pada kelompok individu atau suatu bangsa yang meyakini memiliki garis keturunan yang sama, serta umumnya kesamaan dalam bahasa, agama, budaya, dan sejarah.

Dibandingkan dengan ras Eropa, individu dari ras Asia memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami diabetes melitus. Salah satu penyebab utama kondisi ini adalah tingkat aktivitas fisik yang lebih rendah pada populasi Asia dibandingkan dengan masyarakat Eropa. Selain itu, kelompok etnis tertentu seperti India, Cina, dan Melayu juga memiliki kecenderungan lebih besar untuk mengembangkan diabetes melitus (Utari, 2018).

b. Faktor risiko yang dapat dimodifikasi

1) Obesitas atau berat badan berlebih

Obesitas atau kelebihan berat badan merupakan salah satu faktor risiko utama yang berkontribusi terhadap perkembangan diabetes melitus. Individu dengan berat badan berlebih cenderung mengalami kesulitan dalam memanfaatkan insulin secara efektif, kondisi yang dikenal sebagai resistensi insulin (Nasution, Andilala and Siregar, 2021).

Obesitas terjadi akibat penumpukan lemak berlebih dalam tubuh, yang disebabkan oleh asupan kalori yang melebihi jumlah energi yang dikeluarkan melalui aktivitas fisik. Akumulasi lemak ini dapat meningkatkan risiko terkena diabetes melitus. Seseorang dikategorikan obesitas jika memiliki Indeks Massa Tubuh (IMT)  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> atau ukuran lingkar perut  $\geq 80$  cm untuk perempuan dan  $\geq 90$  cm untuk laki-laki (Utomo *et al.*, 2020).

2) Hipertensi

Hipertensi merupakan salah satu faktor risiko yang berkaitan dengan diabetes melitus. Individu dengan riwayat hipertensi memiliki kemungkinan 2,629 kali lebih tinggi untuk mengalami diabetes melitus dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki tekanan darah tinggi (Utomo *et al.*, 2020).

Hubungan antara hipertensi dan diabetes melitus disebabkan oleh penyempitan pembuluh darah arteri, yang dapat menghambat proses transportasi glukosa dalam darah. Kondisi ini berisiko menyebabkan kerusakan pada sel beta pankreas, yang berperan dalam produksi insulin, sehingga meningkatkan kemungkinan seseorang terkena diabetes melitus (Fradina and Nugroho, 2020).

### 3) Dislipidemia

Dislipidemia adalah gangguan metabolisme lipid yang ditandai dengan ketidakseimbangan kadar lemak dalam darah, baik berupa peningkatan maupun penurunan kadar lipid plasma. Kondisi ini terjadi akibat interaksi antara faktor genetik dan lingkungan, yang menyebabkan kenaikan kadar kolesterol total, trigliserida (TG), Low-Density Lipoprotein (LDL), serta penurunan kadar High-Density Lipoprotein (HDL) (Naufal *et al.*, 2022). Seseorang dikategorikan mengalami dislipidemia jika kadar kolesterol baik (HDL) berada pada  $\leq 35$  mg/dL dan kadar trigliserida  $\geq 250$  mg/dL.

Pada kondisi resistensi insulin, partikel LDL kolesterol mengalami perubahan ukuran menjadi lebih kecil, sehingga lebih rentan mengalami oksidasi dan bersifat aterogenik, yang dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular (PERKENI, 2021). Dislipidemia sering kali terjadi bersamaan dengan diabetes melitus, baik dalam bentuk dislipidemia primer (disebabkan oleh faktor genetik) maupun

dislipidemia sekunder (akibat resistensi atau defisiensi insulin pada penderita diabetes melitus).

Toksisitas lipid berperan dalam mempercepat proses aterosclerosis, di mana perubahan metabolik akibat diabetes melitus, seperti glikasi dan oksidasi lipoprotein, menyebabkan gangguan dalam pengangkutan lemak. Kondisi ini dapat semakin memperburuk resistensi insulin, sehingga meningkatkan risiko terjadinya diabetes melitus (Fradina and Nugroho, 2020).

#### 4) Pola makan tidak sehat

Kebiasaan mengonsumsi makanan yang tidak sehat dapat berkontribusi terhadap obesitas dan meningkatkan risiko diabetes melitus. Oleh karena itu, pola makan penderita diabetes melitus perlu diperhatikan dengan baik, terutama dalam hal jadwal, jumlah, dan jenis makanan yang dikonsumsi.

Individu dengan diabetes melitus cenderung mengalami ketidakstabilan kadar gula darah, yang dapat meningkat secara drastis setelah mengonsumsi makanan dengan kandungan lemak, kalori, dan kolesterol tinggi. Oleh sebab itu, asupan makanan bagi penderita diabetes tidak hanya berfungsi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi, tetapi juga harus membantu menjaga keseimbangan kadar gula darah serta berperan sebagai bagian dari terapi untuk mengontrol penyakitnya. Pengaturan yang tepat terhadap jadwal, jumlah, dan jenis makanan yang dikonsumsi sangat diperlukan agar penderita diabetes melitus dapat menjaga kesehatannya serta mengelola kondisi penyakitnya dengan lebih baik (Imelda, 2019).

#### 5) Kebiasaan merokok

Kebiasaan merokok merupakan salah satu faktor risiko utama yang sering dikaitkan dengan berbagai penyakit, termasuk diabetes melitus. Penelitian menunjukkan bahwa nikotin serta bahan kimia berbahaya dalam rokok dapat menurunkan sensitivitas insulin, sehingga meningkatkan risiko terjadinya diabetes melitus.

Nikotin, sebagai salah satu zat aktif dalam rokok, diketahui berkontribusi terhadap perkembangan diabetes dengan cara meningkatkan kadar hormon katekolamin dalam tubuh, seperti adrenalin dan noradrenalin. Pelepasan hormon adrenalin ini dapat menyebabkan berbagai efek fisiologis, seperti peningkatan tekanan darah, denyut jantung, kadar glukosa darah, serta frekuensi pernapasan (Utomo *et al.*, 2020).

#### 6) Kurangnya aktivitas fisik

Minimnya aktivitas fisik dapat meningkatkan risiko terkena diabetes melitus. Salah satu cara paling efektif untuk mencegah diabetes adalah dengan mengontrol berat badan dan melakukan aktivitas fisik secara rutin setidaknya 30 menit per hari (Utomo *et al.*, 2020).

Aktivitas fisik memiliki berbagai manfaat bagi penderita diabetes melitus, seperti menurunkan kadar gula darah, mencegah obesitas, serta mengurangi risiko komplikasi akibat gangguan metabolisme lemak dan tekanan darah tinggi. Olahraga juga secara langsung berkontribusi dalam meningkatkan penyerapan glukosa oleh otot, di mana selama aktivitas fisik, otot menggunakan cadangan glukosa yang tersimpan. Ketika cadangan ini berkurang, otot akan mengambil

glukosa dari darah, sehingga membantu menurunkan kadar gula darah dan meningkatkan kontrol metabolisme glukosa (Imelda, 2019).

Kurangnya aktivitas fisik meningkatkan risiko terkena diabetes melitus hingga 1,5 kali lipat, karena asupan makanan yang masuk ke dalam tubuh tidak dibakar sebagai energi, tetapi disimpan dalam bentuk lemak dan gula. Proses pemanfaatan glukosa sebagai sumber energi membutuhkan insulin dalam jumlah yang cukup, tetapi jika produksi insulin tidak mencukupi, maka kondisi ini dapat memicu terjadinya diabetes melitus (Kabosu, Adu and Hinga, 2019).

#### **4. Patofisiologi diabetes melitus pada lansia**

Menurut (Kulsum, 2018), patofisiologi diabetes melitus (DM) pada lansia dipengaruhi oleh berbagai faktor yang muncul akibat proses penuaan alami. Faktor-faktor tersebut meliputi perubahan komposisi tubuh, perubahan gaya hidup, serta gangguan neurohormonal, terutama penurunan kadar DHES dan IGF-1 plasma, serta peningkatan stres oksidatif. Lansia juga mengalami adaptasi metabolik terkait usia, yang diduga berkontribusi pada perkembangan diabetes melitus akibat resistensi insulin atau efisiensi insulin yang menurun, yang disebabkan oleh perubahan aksi insulin seiring bertambahnya usia.

Faktor-faktor yang mengganggu homeostatis glukosa meliputi faktor genetik, lingkungan dan nutrisi. Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses penuaan, penyebab diabetes melitus pada lansia bersifat multifaktoral. Faktor tersebut terdiri dari faktor intrinsik, seperti genetik dan biologis, serta faktor ekstrinsik, yang mencakup gaya hidup, lingkungan, budaya, dan kondisi sosial ekonomi. Kedua faktor ini dapat memengaruhi sekresi insulin dan respons insulin pada jaringan target.

## **5. Tanda dan gejala diabetes pada lansia**

Beberapa tanda dan gejala diabetes mellitus pada lansia meliputi rasa haus berlebihan, mulut kering, sering buang air kecil, penyembuhan luka yang lambat, penglihatan kabur, serta kesemutan atau mati rasa ditangan dan kaki (IDF, 2017). Selain itu, gejala spesifik yang sering dialami lansia dengan diabetes melitus meliputi rasa lapar atau haus yang meningkat, sering buang air kecil terutama di malam hari, penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas, kesemutan atau mati rasa pada kaki dan tangan, berkurangnya massa otot, mudah lelah, tubuh terasa lemah, luka yang sulit sembuh, serta peningkatan risiko infeksi pada gusi, kulit, organ reproduksi, atau saluran kemih(Maghfuroh et al., 2023).

## **6. Penatalaksanaan diabetes melitus pada lansia**

Menurut Perkeni (2019), penatalaksanaan diabetes melitus (DM) pada lansia didasarkan pada 5 pilar utama yang bertujuan untuk mengontrol kadar glukosa darah. Pilar tersebut meliputi : edukasi, terapi nutrisi medis, aktivitas fisik, terapi farmakologi dan pemantauan glukosa darah mandiri.

### **a. Edukasi**

Edukasi bertujuan untuk mempromosikan gaya hidup sehat, yang merupakan bagian penting dalam pengelolaan kadar glukosa darah secara menyeluruh. Keberhasilan dalam mengendalikan kadar gula darah pada penderita DM bergantung pada peran aktif pasien, keluarga, dan lingkungan sekitar.

### **b. Terapi Nutrisi Medis (TNM)**

Salah satu strategi dalam mengelola diabetes adalah melalui perencanaan pola makan yang tepat guna menghindari peningkatan indeks glikemik. Faktor yang memengaruhi respon glikemik makanan meliputi cara memasak, proses

pengolahan makanan, bentuk makanan serta komposisi nutrisi seperti karbohidrat, lemak dan protein.

c. Aktivitas Fisik

Latihan jasmani merupakan bagian penting dalam pengelolaan diabetes, karena melibatkan kontraksi otot dan pergerakan tubuh yang membutuhkan energi. Aktivitas fisik yang dilakukan secara rutin dan teratur (3-4 kali seminggu selama 30-45 menit) dapat membantu mengontrol kadar gula darah. Selain itu, jenis aktivitas fisik yang dipilih sebaiknya disesuaikan dengan usia dan kondisi fisik penderita.

d. Terapi Farmakologi

Terapi farmakologi diberikan bersamaan dengan terapi nutrisi dan aktivitas fisik yang telah dianjurkan. Pengobatan ini terdiri dari obat oral dan injeksi insulin, yang disesuaikan dengan kondisi pasien.

e. Pemantauan Glukosa Darah Mandiri

PGDM merupakan metode pemantauan kadar glukosa darah yang dilakukan secara mandiri oleh penderita DM setelah mendapatkan edukasi dari tenaga kesehatan. PGDM dapat membantu mengidentifikasi fluktuasi kadar gula darah, baik sebelum makan, satu hingga dua jam setelah makan, maupun pada kondisi tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa PGDM dapat meningkatkan kendali kadar glukosa darah, menurunkan tingkat morbiditas, mortalitas dan mortalitas, serta mengurangi biaya perawatan jangka panjang yang berkaitan dengan komplikasi akut maupun kronis (Perkeni, 2019).

## **7. Komplikasi diabetes melitus pada lansia**

Menurut Widyadharma et al., (2024), diabetes melitus dapat menyebabkan berbagai komplikasi pada lansia, yang terbagi menjadi komplikasi metabolik akut dan kronik

### **a. Komplikasi metabolik akut**

Komplikasi ini berkaitan dengan gangguan keseimbangan kadar glukosa darah dalam jangka pendek, dan meliputi :

- 1) Hipoglikemia , terjadi akibat kekurangan glukosa dalam darah, yang umumnya disebabkan oleh pengobatan yang tidak tepat.
- 2) Ketoasidosis diabetik, disebabkan oleh kadar glukosa darah yang tinggi, sementara kadar insulin dalam tubuh sangat rendah, sehingga terjadi gangguan metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia, asidosis dan ketosis.
- 3) Sindrom HHNK (hiperglikemia hiperosmoler nonketotik), merupakan komplikasi diabetes melitus yang ditandai dengan hiperglikemia berat, dimana kadar glukosa serum melebihi 600mg/dL.

### **b. Komplikasi metabolik kronik**

Komplikasi ini melibatkan kerusakan jangka panjang pada pembuluh darah kecil (mikrovaskuler) dan pembuluh darah besar (makrovaskuler), yang dapat menyebabkan :

- 1) Komplikasi pembuluh darah kecil (Mikrovaskuler)
  - a) Retinopati diabetik, merupakan gangguan pada pembuluh darah kecil di retina, yang dapat menyebabkan gangguan penglihatan.

b) Nefropati diabetik, Kerusakan ginjal yang ditandai dengan albuminuria menetap ( $>300$  mg/ 24 jam atau  $>200$   $\mu$ g/menit) minimal 2 kali pemeriksaan 3-6 bulan. Nefropati diabetik merupakan penyebab utama gagal ginjal stadium akhir.

c) Neuropati diabetik, merupakan komplikasi yang paling sering terjadi pada penderita DM terutama pada lansia. Neuropati diabetik mengacu pada kerusakan sistem saraf, yang dapat menyerang berbagai jenis saraf dalam tubuh

## 2) Komplikasi pembuluh darah besar (Makrovaskuler)

Komplikasi ini melibatkan pembuluh darah besar, yang dapat menyebabkan stroke dan penyakit jantung koroner.

a) Penyakit jantung koroner (PJK), terjadi akibat iskemia atau infark miokard yang sering kali tidak disertai nyeri dada (*Silent Myocardial Infarction/SMI*).

b) Penyakit serebrovaskuler, lansia dengan DM memiliki risiko 2 kali lipat lebih tinggi terkena penyakit serebrovaskuler dibandingkan individu non-diabetes. Gejalanya meliputi pusing, vertigo, gangguan penglihatan, kelemahan, serta kesulitan berbicara.

c) Hipertensi atau tekanan darah tinggi sering kali tidak menunjukkan gejala yang nyata, namun dapat menyebabkan kerusakan pada mata dan ginjal. Lansia dengan diabetes memiliki risiko 2 kali lebih tinggi terkena hipertensi dibandingkan dengan individu non-diabetes. Antara 35-75% komplikasi diabetes berhubungan dengan hipertensi, yang dapat mempercepat kerusakan pembuluh darah.

## **B. Glukosa Darah Puasa Pada Lansia Dengan Diabetes Melitus**

### **1. Definisi glukosa darah puasa**

Glukosa darah adalah jenis gula yang dihasilkan dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen dalam hati dan otot rangka (Laksmi, 2024). Glukosa darah puasa adalah glukosa plasma yang diperiksa setelah pasien 8-10 jam tanpa asupan kalori atau puasa. Penderita DM dapat ditemui nilai kadar GDP  $\geq 126$  mg/dL (7.0 mmol/L) (Oktabelia, Anggraini and Ashan, 2022).

### **2. Glukosa darah puasa pada lansia dengan diabetes melitus**

Kadar glukosa darah mengalami fluktuasi sepanjang hari, meningkat setelah makan dan umumnya berada pada tingkat terendah di pagi hari sebelum sarapan atau sebelum makan pertama dalam sehari (masa puasa) (Saputra, 2018). Menurut pedoman dari Perkeni (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia), pengendalian kadar glukosa darah dapat dilakukan melalui pemeriksaan HbA1c dan glukosa darah puasa. Kriteria HbA1c dikategorikan kedalam 3 tingkat, yaitu: baik (HbA1c  $< 6,5\%$ ), sedang (HbA1c 6,5-8,0%), dan buruk (HbA1c  $> 8,0\%$ ). Menurut PERKENI (2021), target glukosa darah untuk penyandang DM yaitu : glukosa darah pre-prandial kapiler (puasa) 80 – 130 mg/dL dan glukosa darah 1-2 jam post-prandial kapiler  $< 180$  mg/dL. Kriteria keberhasilan pengendalian pada penderita DM didasarkan pada hasil pemeriksaan kadar glukosa darah. Diabetes melitus dikatakan terkendali dengan baik jika kadar glukosa darah berada dalam rentang yang diharapkan. Nilai yang diharapkan untuk kadar glukosa darah pre-prandial kapiler setelah pengendalian adalah antara 80–130 mg/dl (PERKENI, 2021).

### **3. Pengukuran glukosa darah puasa pada lansia dengan diabetes melitus**

Pengukuran kadar glukosa darah puasa (GDP) merupakan teknik utama dalam memantau serta mengendalikan diabetes melitus (DM) pada lansia. Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengukur kadar glukosa dalam darah setelah seseorang menjalani puasa selama 8 hingga 10 jam, biasanya di pagi hari sebelum mengonsumsi makanan. Jika hasil GDP menunjukkan angka lebih dari 126 mg/dL (>7,0 mmol/L), maka kondisi tersebut dapat mengindikasikan adanya diabetes (Kemenkes, 2024).

Prosedur pengukuran GDP :

- a. Pasien diwajibkan berpuasa selama 8 – 10 jam sebelum sampel darah diambil.
- b. Aktivitas fisik yang berlebihan serta konsumsi alkohol harus dihindari sebelum pemeriksaan karena dapat memengaruhi keakuratan hasil.
- c. Sampel darah diperoleh melalui pembuluh darah vena atau ujung jari menggunakan alat pengukur glukosa darah (*glucometer*).
- d. Seluruh peralatan yang digunakan harus dalam kondisi steril dan sesuai dengan standar medis untuk mencegah risiko infeksi atau kontaminasi.
- e. Hasil GDP dianalisis berdasarkan nilai rujukan yang telah ditetapkan.
- f. Kadar GDP yang normal berada dalam rentang 70-110 mg/dL.
- g. Jika GDP mencapai atau melebihi 126 mg/dL, kondisi ini menunjukkan adanya hiperglikemia serta kemungkinan besar diabetes melitus.

### **4. Faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah puasa pada lansia dengan diabetes melitus**

- a. Jenis Kelamin

Wanita cenderung memiliki kadar gula darah yang lebih tinggi dibandingkan pria. Secara umum, kadar glukosa darah normal mengalami peningkatan bertahap setelah usia 50 hingga 60 tahun, terutama pada individu dengan gaya hidup sedentari atau yang jarang melakukan aktivitas fisik. Faktor utama yang mempengaruhi kondisi ini adalah perubahan komposisi lemak tubuh, dimana wanita lansia memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan pria lansia, sehingga dapat menurunkan sensitivitas insulin (Laksmi, 2024).

#### b. Aktifitas Fisik

Kurangnya aktifitas fisik dapat menyebabkan peningkatan kadar gula darah. Untuk dapat bergerak selama aktivitas fisik, otot perlu berkontraksi. Aktivitas fisik dapat dikategorikan menjadi 3 tingkat intensitas, yaitu: aktivitas ringan (30 menit per hari, lima kali seminggu dengan total 150 menit), aktivitas sedang (150-300 menit perminggu) dan aktivitas berat (60 menit per hari, lima kali seminggu dengan total minimal 300 menit). Latihan fisik berperan dalam mengontrol dan menstabilkan kadar gula darah, karena meningkatkan pemanfaatan glukosa oleh otot, sehingga mengurangi ketergantungan tubuh terhadap insulin, mencegah lonjakan kadar gula akibat pelepasan Kembali glukosa kedalam aliran darah (Amrullah, 2020).

#### c. Pola makan

Pola makan tinggi serat dan karbohidrat dapat memengaruhi produksi insulin oleh pankreas dan fungsi sel beta. Konsumsi lemak berlebihan juga berkontribusi terhadap penurunan sensitivitas insulin. Secara umum, tubuh memerlukan asupan makanan yang sehat untuk menghasilkan energi yang mendukung fungsi-fungsi vital. Frekuensi makan yang ideal berkisar antara dua hingga tiga kali sehari. Jika

seseorang makan melebihi batas ini, pankreas akan mengalami kesulitan dalam menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup, sehingga fungsinya menjadi terganggu. Akibatnya produksi insulin menurun dan kadar gula darah meningkat. Individu yang memiliki kebiasaan mengonsumsi karbohidrat berlebihan memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami diabetes melitus (Sukreni, 2021).

#### d. Indeks masa tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah alat yang digunakan untuk memantau status gizi seseorang, terutama dalam menentukan apakah seseorang mengalami kekurangan atau kelebihan berat badan. Individu dengan berat badan kurang lebih rentan terhadap penyakit infeksi, sementara kelebihan berat badan meningkatkan risiko terkena penyakit degeneratif. Perbedaan ini disebabkan oleh berbagai faktor yang dapat memengaruhi kadar glukosa darah, terutama pada individu dengan obesitas. Seseorang dikategorikan sebagai obesitas jika memiliki  $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$ . Beban metabolisme glukosa yang meningkat pada individu obesitas dapat memicu hipertrofi sel pankreas sebagai respons terhadap peningkatan kebutuhan produksi insulin (Nababan *et al.*, 2020).

### **C. Aktivitas Fisik Pada Lansia Dengan Diabetes Melitus**

#### **1. Definisi**

Aktivitas fisik mencakup semua bentuk gerakan tubuh, termasuk yang dilakukan saat waktu senggang. Aktivitas dengan intensitas sedang hingga tinggi diketahui dapat memberikan manfaat kesehatan yang signifikan (WHO, 2024). Aktivitas fisik merupakan setiap gerakan tubuh yang diakibatkan kerja otot rangka dan meningkatkan pengeluaran tenaga serta energi (Kemenkes, 2019).

Bagi lansia dengan diabetes melitus, aktivitas fisik dilakukan secara teratur dan terukur untuk meningkatkan kualitas hidup, menjaga kesehatan jantung, serta mengurangi risiko komplikasi jangka panjang. Aktivitas fisik pada lansia dikategorikan ke dalam tiga tingkat intensitas, yaitu ringan, sedang, dan berat (Balyan, Sri Andala and Yudi Akbar, 2023).

## **2. Rekomendasi aktivitas fisik pada lansia dengan diabetes melitus**

World Health Organization (WHO) (2016) lansia dengan diabetes melitus disarankan untuk melakukan aktivitas fisik setidaknya 150 menit per minggu dengan intensitas sedang, atau 75 menit per minggu dengan intensitas tinggi, atau kombinasi dari keduanya. Untuk memberikan manfaat kesehatan yang optimal, setiap sesi aktivitas fisik harus dilakukan minimal selama 10 menit per hari. Sementara itu, Balyan et al., (2023) menyebutkan bahwa beberapa aktivitas fisik yang direkomendasikan bagi lansia dengan diabetes melitus meliputi berjalan kaki, bersepeda, membersihkan rumah, dan senam prolanis.

## **3. Tingkat aktivitas fisik pada lansia dengan diabetes melitus**

Menurut Kementerian Kesehatan (2018), aktivitas fisik diklasifikasikan ke dalam 3 kategori berdasarkan tingkat intensitas dan jumlah kalori yang dibakar.

### **a. Aktivitas fisik ringan**

Aktivitas fisik ringan merupakan jenis aktivitas yang membutuhkan sedikit tenaga dan tidak menyebabkan perubahan signifikan dalam sistem pernapasan. Energi yang dikeluarkan selama aktivitas ini kurang dari 3,5 kkal/menit. Contoh aktivitas fisik ringan :

- 1) Berjalan santai di lingkungan rumah, kantor atau pusat perbelanjaan.
- 2) Duduk sambil membaca, menulis, menyetir atau bekerja.

- 3) Berdiri saat melakukan pekerjaan rumah tangga, seperti mencuci pakaian, menyetrika, memasak, menyapu, mengepel dan menjahit
- 4) Melakukan latihan peregangan atau pemanasan dengan gerakan lambat.

b. Aktivitas fisik sedang

Aktivitas fisik dengan intensitas sedang adalah aktivitas yang menyebabkan tubuh mengeluarkan keringat dalam jumlah kecil, meningkatkan denyut jantung serta mempercepat frekuensi pernapasan. Selama aktivitas ini, tubuh membakar energi sekitar 3,5 – 7 kcal/menit. Contoh aktivitas fisik sedang :

- 1) Berjalan dengan kecepatan sekitar 5 km/jam di permukaan datar, baik di dalam maupun di luar ruangan, atau berjalan santai saat waktu istirahat di sekolah atau kantor. Selain itu, aktivitas seperti memindahkan perabotan ringan, berkebun, dan mencuci kendaraan juga termasuk dalam kategori ini.
- 2) Pekerjaan yang melibatkan penggunaan tenaga fisik seperti tukang kayu, misalnya membawa dan menyusun balok kayu serta membersihkan rumput menggunakan mesin pemotong rumput
- 3) Kegiatan rekreasi seperti bermain bulutangkis secara santai, menari atau bersepeda di jalur datar juga termasuk dalam aktivitas fisik sedang.

c. Aktivitas fisik berat

Aktivitas fisik berat merupakan aktivitas yang menyebabkan tubuh mengeluarkan banyak keringat, meningkatkan denyut jantung secara signifikan serta mempercepat pernapasan hingga terasa terengah-engah. Energi yang dikeluarkan selama aktivitas ini lebih dari 7 kcal/menit. Contoh aktivitas fisik berat:

- 1) Berjalan cepat dengan kecepatan lebih dari 5 km/jam, mendaki, berjalan sambil membawa beban di punggung atau jogging dengan kecepatan 8 km/jam.
- 2) Pekerjaan yang melibatkan angkat beban seperti mengangkut barang berat, menyekop pasir, memindahkan batu bata, menggali selokan dan mencangkul.
- 3) Tugas rumah tangga berat seperti mengangkat atau memindahkan benda berukuran besar serta menggendong anak dalam waktu lama.
- 4) Bersepeda dengan kecepatan diatas 15 jm/jam pada lintasan yang menanjak atau medan yang lebih sulit.

#### **4. Pengukuran tingkat aktivitas fisik pada lansia dengan diabetes melitus**

Pengukuran aktivitas fisik dalam penelitian ini menggunakan *International Activity Questionnaire* (IPAQ). IPAQ adalah sebuah kuesioner yang berisi serangkaian pertanyaan yang dirancang untuk mengevaluasi tingkat aktivitas fisik seseorang. Pertanyaan dalam kuesioner ini mencakup jenis aktivitas yang dilakukan, durasi aktivitas, serta frekuensi individu dalam beraktivitas fisik. IPAQ tersedia dalam dua versi yaitu versi Panjang dan versi pendek. Kuesioner ini mengelompokkan tingkat aktivitas fisik ke dalam 3 kategori utama : aktivitas ringan, sedang dan berat.

IPAQ mengklasifikasikan aktivitas fisik ke dalam 5 aspek utama yaitu :

- a. Aktivitas fisik yang berhubungan dengan pekerjaan di luar rumah.
- b. Aktivitas fisik yang berkaitan dengan transportasi.
- c. Aktivitas yang mencakup pekerjaan rumah tangga dan perawatan rumah.
- d. Aktivitas fisik yang dilakukan dalam waktu luang seperti rekreasi atau olahraga.

- e. Aktivitas fisik yang berhubungan dengan waktu yang dihabiskan dalam posisi duduk.

Metode IPAQ memiliki keunggulan dalam hal akurasi yang tinggi dan kemudahan penggunaannya, terutama bagi responden yang berusia lanjut. Pengukuran aktivitas fisik dilakukan dengan menghitung energi yang dikeluarkan setiap menit. Standar yang digunakan dalam pengukuran ini mengacu pada jumlah energi yang dibakar tubuh saat berada dalam kondisi istirahat, yang dinyatakan dalam satuan *Metabolic Equivalent Task* (METs).

IPAQ mengukur tingkat keaktifan fisik seseorang dalam 4 kategori utama, yaitu aktivitas fisik waktu luang, aktivitas domestic dan berkebun, aktivitas fisik yang berkaitan dengan pekerjaan, serta aktivitas fisik terkait transportasi. Setiap kategori ini dikelompokkan berdasarkan 3 tingkat intensitas, yaitu :

- a. Aktivitas fisik ringan : aktivitas yang tidak memerlukan banyak tenaga dan tidak menyebabkan perubahan signifikan pada kecepatan pernapasan, seperti berjalan santai di rumah atau di tempat kerja.
- b. Aktivitas fisik sedang : aktivitas yang membutuhkan tenaga sedang dan menyebabkan seseorang bernapas lebih cepat dari biasanya, seperti mengangkat beban ringan atau bersepeda dengan kecepatan stabil.
- c. Aktivitas fisik berat : aktivitas yang mengharuskan penggunaan tenaga besar dan meningkatkan laju pernapasan secara signifikan, seperti mengangkat beban berat, melakukan latihan aerobic atau bersepeda dengan kecepatan tinggi.

Data yang diperoleh dari kuesioner IPAQ disajikan dalam satuan MET-menit/minggu (*Metabolic Equivalent of Task* per minggu). Perhitungan MET-menit/minggu dilakukan berdasarkan rumus berikut (IPAQ, 2005) :

- a. Aktivitas ringan atau berjalan :  $3,3 \times \text{durasi berjalan (menit)} \times \text{frekuensi berjalan (hari)}$
- b. Aktivitas sedang :  $4,0 \times \text{durasi aktivitas sedang (menit)} \times \text{frekuensi aktivitas sedang (hari)}$
- c. Aktivitas berat :  $8,0 \times \text{durasi aktivitas berat (menit)} \times \text{frekuensi aktivitas berat (hari)}$
- d. Total MET-menit/minggu : aktivitas ringan + aktivitas sedang + aktivitas berat

Kategori tingkat aktivitas fisik berdasarkan total MET-menit/minggu diklasifikasikan sebagai berikut (IPAQ, 2005) :

- a. Aktivitas ringan :
  - 1) Tidak melakukan aktivitas fisik tingkat sedang atau berat  $< 10$  menit/hari atau  $< 600$  METs-menit/minggu.
- b. Aktivitas sedang :
  - 1) Melakukan aktivitas berat  $\geq 3$  hari dengan durasi  $> 20$  menit/hari
  - 2) Melakukan aktivitas sedang  $\geq 5$  hari dengan durasi  $> 30$  menit/hari
  - 3) Kombinasi berjalan, aktivitas sedang atau aktivitas fisik minimal  $\geq 5$  hari dengan total  $> 600$  METs-menit/minggu.
- c. Aktivitas berat :
  - 1) Aktivitas berat dilakukan  $> 3$  hari dengan total  $> 1500$  METs-menit/minggu.
  - 2) Kombinasi berjalan, aktivitas sedang atau aktivitas berat selama  $\geq 7$  hari dengan total  $> 3000$  METs-menit/minggu.

## 5. Pengaruh Aktivitas Terhadap Pengaturan Kadar Glukosa Darah

Aktivitas fisik memiliki pengaruh signifikan terhadap regulasi GLUT-4, yaitu protein transporter glukosa yang berperan penting dalam pengambilan glukosa oleh otot rangka, jaringan adiposa, dan jantung. Selama latihan fisik, GLUT-4 mengalami translokasi dari sitoplasma ke membran sel otot, yang memungkinkan peningkatan penyerapan glukosa ke dalam sel. Proses ini mendukung kinerja otot dan menjaga kadar glukosa darah tetap stabil. Selain itu, setelah latihan, ekspresi GLUT-4 meningkat secara bertahap melalui aktivasi transkripsi gen yang memperkuat adaptasi metabolik jangka panjang, termasuk peningkatan sensitivitas insulin dan penyimpanan glikogen otot. Salah satu mediator penting dalam proses ini adalah *reactive oxygen species* (ROS), yang dalam kadar moderat selama latihan dapat mengaktifkan jalur sinyal seperti AMPK, CaMKII, dan p38 MAPK. Jalur-jalur ini berkontribusi pada peningkatan translokasi dan ekspresi GLUT-4. Namun, produksi ROS yang berlebihan secara kronis, seperti yang terjadi pada kondisi kelebihan nutrisi atau resistensi insulin, justru dapat menghambat fungsi GLUT-4 dan memperburuk gangguan metabolik. Oleh karena itu, ROS memiliki peran ganda tergantung pada konteksnya: bersifat menguntungkan ketika dihasilkan secara sementara selama latihan, namun berpotensi merusak bila terjadi secara terus-menerus dalam kondisi patologis. Secara keseluruhan, aktivitas fisik mendukung regulasi positif GLUT-4, menjadikannya strategi penting dalam menjaga performa otot dan kesehatan metabolik secara umum (McGee and Hargreaves, 2024).

#### **D. Hubungan Aktivitas Fisik Dengan Glukosa Darah Puasa Pada Lansia Dengan Diabetes Melitus**

Latihan *resistance training* atau olahraga yang melibatkan tahanan beban direkomendasikan karena dapat meningkatkan massa tubuh tanpa lemak (*lean body mass*) serta meningkatkan laju metabolisme saat istirahat (*resting metabolite rate*) (WHO, 2016). Melakukan aktivitas fisik secara terstruktur dan rutin juga dapat membantu menurunkan risiko berbagai penyakit kronis, seperti penyakit jantung koroner, stroke, diabetes melitus tipe 2, serta beberapa jenis kanker termasuk kanker payudara dan kanker usus besar. Selain itu, aktivitas fisik juga memiliki manfaat dalam menstabilkan tekanan darah, memperbaiki kadar lipoprotein, menurunkan kadar C-reactive protein, serta meningkatkan sensitivitas insulin (Stiawan, 2021).

Pada individu yang menderita diabetes melitus (DM), aktivitas fisik dapat menyebabkan perubahan metabolisme tubuh, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti durasi, intensitas latihan, tingkat kebugaran, kadar insulin plasma, kadar glukosa darah, kadar badan keton, serta keseimbangan cairan tubuh. Jika kadar gula darah tidak terkontrol, aktivitas fisik dapat meningkatkan kadar glukosa darah dan badan keton, yang dapat berdampak serius pada kesehatan penderita DM (Saputra, 2018). Menurut Siregar et al., (2023), Aktivitas fisik bereperan dalam mengontrol kadar gula darah dengan mengubah glukosa menjadi energi. Selain itu, aktivitas fisik juga dapat membantu menurunkan berat badan pada penderita diabetes yang mengalami obesitas, serta mencegah perkembangan gangguan toleransi glukosa menjadi diabetes mellitus.

Penelitian yang dilakukan oleh (Malin *et al.*, 2016) menunjukkan bahwa resistensi insulin pada otot rangka menurun sebesar  $19,5 \pm 8,3\%$  dan  $28,5 \pm 11,3\%$  setelah melakukan aktivitas fisik dengan intensitas sedang dan tinggi. Namun, resistensi insulin di hati tidak mengalami perubahan signifikan saat melakukan aktivitas sedang, tetapi justru meningkat ketika seseorang melakukan aktivitas fisik dengan intensitas tinggi ( $P < 0,05$ ).

Jika tubuh tidak dapat menyesuaikan kebutuhan glukosa akibat aktivitas fisik yang berlebihan, maka kadar glukosa darah dapat menurun drastis, yang berpotensi menyebabkan hipoglikemia. Sebaliknya, jika kadar glukosa darah meningkat melebihi kapasitas penyimpanan tubuh, disertai dengan kurangnya aktivitas fisik, maka kadar glukosa darah dapat menjadi lebih tinggi dari batas normal (hiperglikemia) (ADA, 2015).

Pada individu yang tidak menderita diabetes, kadar gula darah normal dalam kondisi puasa berada pada kisaran 70–100 mg/dL, dengan rata-rata sekitar 5,5 mmol/L atau 100 mg/dL. Namun, kadar ini dapat berfluktuasi sepanjang hari. Sementara itu, pada individu non-diabetes yang diperiksa dalam kondisi tidak berpuasa, kadar gula darah sebaiknya tidak melebihi 125 mg/dL (Glucose blood, National Institute of Health).