

PROFIL RESISTENSI INSULIN PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2 BERDASARKAN LAMA TERDIAGNOSA

Anggraeni Sih Prabandari^{1*}, Ajeng Novita Sari²

¹Program Studi D4 Keperawatan Anestesiologi Politeknik Insan Husada Surakarta

²Program Studi D4 Teknologi Bank Darah Politeknik Akbara Surakarta
anggraenisihp@gmail.com

*Korespondensi: Anggraeni Sih Prabandari, Program Studi D4 Keperawatan Anestesiologi
Politeknik Insan Husada Surakarta
E-mail: anggraenisihp@gmail.com

Article History:

Received: October 28th, 2025; Revised: January 2nd, 2026; Accepted: June 10th, 2026

Abstract: Type 2 diabetes mellitus is a chronic hyperglycemia condition characterized by decreased insulin secretion and insulin resistance. As the disease progresses, physiological changes occur that can worsen insulin resistance and glycemic control. Therefore, it is important to understand the relationship between the duration of diagnosed diabetes and insulin resistance levels as the basis for more effective therapy management. This study aims to determine the relationship between the length of diagnosis of type 2 DM and the level of insulin resistance measured using the HOMA-IR index. The research design was observational analytics with a cross-sectional approach. Data included durations of DM (years) and fasting blood glucose levels and fasting insulin used to calculate HOMA-IR. The normality test was performed with Shapiro–Wilk, and the relationship between variables was analyzed using the Spearman correlation test. The results of the Spearman test showed a moderate and significant positive correlation between the duration of type 2 DM and insulin resistance with a correlation coefficient value ($r = 0.340$ and $p = 0.032$ ($p < 0.05$)). This finding showed that the longer the patient suffers from type 2 DM, the higher the level of insulin resistance. Long-suffering DM plays an important role in the increase in insulin resistance, which reflects the progression of the disease.

Keywords: type 2 diabetes mellitus; insulin resistance; HOMA-IR; duration of diabetes mellitus

Abstrak: Diabetes melitus tipe 2 merupakan kondisi hiperglikemia kronis yang ditandai dengan penurunan sekresi insulin dan resistensi insulin. Seiring perjalanan penyakit, terjadi perubahan fisiologis yang dapat memperburuk resistensi insulin dan kontrol glikemik. Oleh karena itu, penting untuk memahami hubungan antara lama terdiagnosa DM tipe 2 dengan tingkat resistensi insulin sebagai dasar pengelolaan terapi yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara lama terdiagnosa DM tipe 2 dengan tingkat resistensi insulin yang diukur menggunakan indeks HOMA-IR. Desain penelitian adalah analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Data meliputi lama terdiagnosa DM (tahun) dan kadar glukosa darah puasa serta insulin puasa yang digunakan untuk menghitung HOMA-IR. Uji normalitas dilakukan dengan Shapiro–Wilk, dan hubungan antarvariabel dianalisis menggunakan uji korelasi Spearman. Hasil uji Spearman menunjukkan adanya korelasi positif sedang dan signifikan antara lama terdiagnosa DM tipe 2 dan resistensi insulin dengan nilai koefisien korelasi ($r = 0,340$ dan $p = 0,032$ ($p < 0,05$)). Hal ini menunjukkan semakin lama pasien menderita DM tipe 2, semakin tinggi tingkat resistensi insulinnya. Lama menderita DM berperan penting terhadap peningkatan resistensi insulin, yang mencerminkan progresivitas penyakit.

Kata Kunci: diabetes melitus tipe 2; resistensi insulin; HOMA-IR; lama terdiagnosa

PENDAHULUAN

Diabetes melitus tipe 2 (DM tipe 2) merupakan penyakit metabolik kronik, ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah (hiperglikemia) akibat gangguan sekresi insulin, resistensi terhadap kerja insulin, atau keduanya. Prevalensi DM tipe 2 terus meningkat secara global maupun nasional. *International Diabetes Federation (IDF)* memperkirakan lebih dari 500 juta individu dewasa usia 20-79 menderita DM tipe 2 pada tahun 2024. Angka ini diprediksi akan meningkat menjadi 800 juta kasus pada tahun 2050 dengan angka kejadian terbanyak di negara-negara miskin dan berkembang, termasuk Indonesia (IDF, 2024). Survei

kesehatan di Indonesia mencatat sekitar 17 juta orang terdiagnosis DM tipe 2 pada tahun 2023. Jika memperhatikan jumlah kasus yang belum terdiagnosis, prevalensi DM tipe 2 di Indonesia dapat mencapai 40-45 juta kasus dan diperkirakan meningkat setiap tahunnya (BPPK Kemenkes RI, 2018 ; Kemenkes RI, 2024).

Penyakit DM tipe 2 menimbulkan beban ekonomi dan kesehatan yang besar karena merupakan penyakit kronis seumur hidup. Pasien DM tipe 2 membutuhkan terapi jangka panjang meliputi obat hipoglikemik oral dan injeksi jika diperlukan. Mereka juga harus menjalani pemeriksaan laboratorium rutin meliputi glukosa darah, profil lipid dan HbA1c serta pemeriksaan lain untuk mengetahui komplikasi kronik akibat DM. Retinopati diabetik, nefropati diabetik dan neuropati diabetik merupakan komplikasi mikrovaskuler DM. Komplikasi ini disebabkan oleh kerusakan kapiler dan arteriola kecil akibat hiperglikemia kronis yang menimbulkan perubahan struktural dan fungsional pada dinding pembuluh darah. Sementara itu, komplikasi makrovaskular yang sering terjadi adalah penyakit jantung koroner, penyakit pembuluh darah otak dan penyakit arteri perifer. Komplikasi makrovaskuler disebabkan oleh aterosklerosis difus dan progresif akibat hiperglikemia kronis, dislipidemia, dan resistensi insulin yang mempercepat kerusakan pada arteri besar, yaitu arteri koroner, arteri serebral dan arteri perifer (Soeatmadji *et al.*, 2020; Wilson, 2023).

Hasil penelitian pada pasien DM tipe 2 menunjukkan, meskipun mereka telah mendapatkan terapi medis, namun lebih dari 65% tetap mengalami resistensi insulin (Anjana *et al.*, 2025). Penelitian lain menemukan adanya perbedaan parameter glikemik meliputi glukosa dan insulin pada pasien DM tipe 2 terkontrol dan tidak terkontrol. Pasien DM tipe 2 terkontrol memiliki kadar glukosa dan insulin lebih tinggi serta resistensi insulin yang tercermin dari nilai HOMA-IR yang tinggi (Safarti *et al.*, 2023). Hal ini menunjukkan hiperglikemia kronis dan resistensi insulin merupakan mekanisme patofisiologis utama pada DM tipe 2 dan menjadi penentu penting perkembangan komplikasi. Resistensi insulin ditandai oleh menurunnya sensitivitas jaringan perifer terhadap insulin. Kondisi ini menyebabkan ambilan glukosa oleh jaringan menurun sehingga glukosa tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh jaringan, menyebabkan kadar glukosa relatif tinggi di dalam darah (Freeman *et al.*, 2023). Derajat resistensi insulin pada pasien DM tipe 2 dapat bervariasi, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti usia, indeks massa tubuh, aktivitas fisik, terapi antidiabetik, serta lamanya pasien terdiagnosis menderita DM tipe 2. Semakin lama seseorang menderita DM tipe 2, terjadi perubahan adaptif dan penurunan fungsi sel β pankreas yang menyebabkan peningkatan kebutuhan insulin endogen maupun eksogen, serta peningkatan derajat resistensi insulin (Rasouli *et al.*, 2024 ; ADA, 2024).

Resistensi insulin dapat dihitung menggunakan model metode hitungan dari kadar insulin dan glukosa puasa yang disebut *homeostatic model assessment-insulin resistance* (HOMA-IR). Nilai HOMA-IR yang lebih tinggi menunjukkan sel tubuh kurang responsif terhadap insulin. Rentang normalnya adalah kurang dari 2 sementara nilai 2,0 – 2,4 mengindikasikan resistensi insulin tahap awal dan nilai lebih dari 2,4 menunjukkan resistensi insulin signifikan (Lee *et al.*, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa disfungsi sel β dan resistensi insulin berubah selama perjalanan penyakit DM tipe 2. Semakin lama perjalanan penyakit, pasien DM cenderung memiliki kontrol glikemik yang buruk, penurunan sekresi insulin dan peningkatan nilai HOMA-IR sebagai indikator resistensi insulin (Fan *et al.*, 2022).

Penelitian hubungan antara lama terdiagnosa DM tipe 2 dengan profil resistensi insulin pada populasi Indonesia masih sangat terbatas. Mayoritas penelitian hanya menilai kadar glukosa darah atau HbA1c sebagai indikator kontrol metabolik, tanpa melihat dinamika perubahan resistensi insulin seiring lamanya penyakit. Padahal, informasi ini penting untuk menentukan strategi terapi yang tepat dan mencegah progresi komplikasi metabolik. Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian yang menggambarkan profil

resistensi insulin pada pasien DM tipe 2 berdasarkan lama terdiagnosa penyakit, sehingga dapat memberikan gambaran klinis yang lebih komprehensif tentang perubahan sensitivitas insulin pada perjalanan penyakit diabetes dan menjadi dasar dalam perencanaan intervensi terapi.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah observasional dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian dilakukan di RSUD Kota Yogyakarta. Subjek penelitian adalah pasien DM tipe 2 yang menjalani rawat jalan di Poli spesialis penyakit dalam periode Februari - Maret 2025. Kriteria inklusi subjek penelitian adalah (1) diagnosis DM tipe 2 menurut kriteria ADA, (2) usia ≥ 35 tahun, (3) telah menjalani pengobatan minimal selama 3 bulan dan (4) berpuasa minimal 8-12 jam sebelum pengambilan sampel darah. Kriteria eksklusi ditetapkan sebagai berikut (1) menggunakan steroid sistemik atau obat lain yang secara signifikan memengaruhi metabolisme glukosa dalam 3 bulan terakhir, (2) memiliki riwayat penyakit hati berat, gagal ginjal atau penyakit akut yang dapat mengubah status metabolik, (3) wanita sedang hamil atau menderita sindrom PCOS, (4) riwayat operasi besar atau infeksi berat dalam 3 bulan terakhir dan (5) pasien yang menolak atau tidak dapat memberikan persetujuan tertulis. Jumlah sampel sebanyak 40 orang. Lama terdiagnosa diklasifikasikan berdasarkan waktu (tahun) sejak diagnosis dicatat pada rekam medis dan dikonfirmasi dengan wawancara (durasi kurang dari 5 tahun, 5-10 tahun dan lebih dari 10 tahun).

Spesimen yang digunakan adalah darah vena, diambil pada pagi hari sebanyak 5 ml untuk pemeriksaan glukosa puasa dan insulin puasa. Pemeriksaan glukosa dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik RSUD Kota Yogyakarta menggunakan metode enzimatis dan hasilnya dinyatakan dalam mg/dL. Kadar insulin puasa diperiksa di Hi Lab Diagnostic Center Yogyakarta menggunakan metode ELISA, hasil dinyatakan dalam satuan $\mu\text{IU/mL}$. Resistensi insulin dihitung menggunakan model matematis menggunakan data insulin puasa dan kadar glukosa darah puasa dengan rumus sebagai berikut

$$HOMA - IR = \left(\frac{\text{Insulin puasa } (\mu\text{IU/mL}) \times \text{Glukosa puasa } (\text{mg/dL})}{405} \right)$$

Data yang diperoleh akan disajikan secara deskriptif, dan dianalisis menggunakan *IBM SPSS Statistics v26.0 for windows*. Data dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro Wilk dilanjutkan uji korelasi Spearman untuk melihat korelasi antara lama terdiagnosa dengan HOMA-IR. Uji korelasi Spearman dipilih karena sebaran data tidak berdistribusi normal.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Parameter	Lama terdiagnosa (tahun)			Total
	<5	5-10	>10	
Usia (tahun)				
35-45	3 (7,5%)	0	0	3 (7,5 %)
46-55	7 (17,5%)	13 (32,5%)	5 (12,5%)	15 (62,5%)
>55	2 (5%)	5 (12,5%)	5 (12,5%)	12 (30%)
Jenis Kelamin				
Laki-laki	4 (10%)	6 (15%)	4 (10%)	14 (35%)
Perempuan	8 (20%)	13 (32,5%)	5 (12,5%)	26 (65%)

Berdasarkan Tabel 1 tentang karakteristik subjek penelitian terlihat bahwa mayoritas subjek penelitian (62,5%) berusia 46-55 tahun. Sebagian besar subjek penelitian (45%)

terdiagnosa DM tipe 2 selama 5-10 tahun. Jenis kelamin subjek penelitian yang paling banyak adalah perempuan pada semua kategori lama terdiagnosa dengan persentase total sebesar 65%.

Tabel 2. Kadar glukosa darah puasa

GDP (mg/dL)	Lama terdiagnosa (tahun)			Total
	<5	5-10	>10	
Terkontrol baik (80-130)	6 (15%)	9 (22,5%)	1 (2,5%)	16 (40%)
Terkontrol sebagian / sub optimal (131-180)	4 (10%)	6 (15%)	5 (12,5%)	15 (37,5%)
Tidak terkontrol (>180)	2 (5%)	4 (10%)	3 (7,5%)	9 (22,5%)

Berdasarkan data pada Tabel 2 terlihat sebanyak 40% subjek penelitian memiliki kontrol glukosa yang baik, sebesar 37,5 % glukosanya terkontrol sebagian dan 22,5% memiliki kadar glukosa tidak terkontrol. Kadar glukosa tidak terkontrol paling banyak dialami oleh subjek penelitian dengan durasi menderita DM lebih dari 10 tahun.

Tabel 3. Kadar insulin puasa subjek penelitian berdasarkan lama terdiagnosa

Insulin (μ IU/mL)	Lama terdiagnosa (tahun)			Total
	<5	5-10	>10	
< 2 (rendah)	1 (2,5%)	0	0	2,5%
2-15 (normal)	11 (27,5%)	18 (45%)	8 (20%)	92,5%
> 15 (tinggi)	0	1 (2,5%)	1 (2,5%)	5%

Dari data yang tersaji pada Tabel 2 terlihat bahwa mayoritas subjek penelitian memiliki kadar insulin dalam rentang normal (92,5%). Terdapat 2,5% (1/40) subjek penelitian yang memiliki kadar insulin rendah dan 5% (2/40) memiliki kondisi hiperinsulinemia.

Tabel 4. Resistensi insulin pada subjek penelitian berdasarkan lama terdiagnosa

HOMA-IR	Lama terdiagnosa (tahun)			Total
	<5	5-10	>10	
Sensitif (<2)	6 (15%)	8 (20%)	1 (2,5%)	37,5%
Borderline (2-2,4)	0	5 (12,5%)	1 (2,5%)	15%
Resistensi (\geq 2,5)	6 (15%)	6 (15%)	7 (17,5%)	47,5%

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa sebagian besar (47,5%) subjek penelitian mengalami resistensi insulin berdasarkan nilai HOMA-IR. Meskipun demikian, terdapat 37,5% yang tidak menunjukkan resistensi insulin, dengan kata lain sensitivitas insulinnya masih baik. Resistensi insulin paling banyak terjadi pada subjek penelitian dengan lama terdiagnosis lebih dari 10 tahun, sebesar 17,5%.

Tabel 5. Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Variabel	<i>W statistic</i>	<i>p-value</i>	Interpretasi
HOMA IR	0.746	0,001 ($p < 0,05$)	Tidak normal
Durasi terdiagnosa DM tipe 2	0.809	0,001 ($p < 0,05$)	Tidak normal

Tabel 6. Uji Korelasi Spearman

Variabel	<i>Koef (r)</i>	<i>p-value</i>	Interpretasi
HOMA IR vs Durasi DM tipe 2	0,340	0,032 ($p < 0,05$)	Korelasi positif sedang, signifikan ($p < 0,05$)

Uji normalitas Shapiro-Wilk yang dilakukan menunjukkan kedua variabel tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$) sehingga uji korelasi yang dipilih untuk menunjukkan hubungan keduanya adalah uji korelasi Spearman.

Hasil uji korelasi Spearman pada Tabel 6 menunjukkan hubungan positif sedang (nilai koefisien=0,34) antara lama terdiagnosa DM tipe 2 dan tingkat resistensi insulin (HOMA-IR). Artinya semakin lama seseorang menderita DM tipe 2, cenderung semakin tinggi nilai HOMA-IR nya sekaligus semakin berat resistensi insulinnya. Hubungan ini signifikan secara statistik, terbukti dengan nilai $p = 0,032$ ($p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Subjek penelitian mayoritas berada pada rentang usia 46–55 tahun (62,5%), diikuti oleh kelompok usia >55 tahun (30%) dan 35–45 tahun (7,5%). Distribusi ini menunjukkan bahwa sebagian besar subjek merupakan individu usia pertengahan dan lanjut, yaitu kelompok usia yang paling berisiko mengalami peningkatan resistensi insulin. Seiring bertambahnya usia, sensitivitas insulin menurun akibat perubahan komposisi tubuh, peningkatan lemak visceral, dan penurunan massa otot. Tiga hal tersebut berdampak pada berkurangnya efektivitas kerja insulin di jaringan perifer. Proses penuaan juga menurunkan fungsi mitokondria dan meningkatkan stress oksidatif pada sel. Disfungsi mitokondria dan stress oksidatif pada jaringan otot juga memperburuk resistensi insulin di otot (Chait *et al.*, 2020).

Distribusi subjek penelitian berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa proporsi perempuan lebih tinggi (65%) dibanding laki-laki (35%). Temuan ini sejalan dengan beberapa studi epidemiologis yang menunjukkan prevalensi DM tipe 2 sedikit lebih tinggi pada perempuan dengan kelompok usia menengah hingga lanjut, terutama di Asia Tenggara (Sun *et al.*, 2021). Secara fisiologis, perempuan cenderung memiliki persentase lemak tubuh lebih tinggi dan perbedaan hormonal terutama penurunan estrogen pascamenopause yang berkontribusi terhadap peningkatan resistensi insulin. Selain itu, faktor perilaku seperti aktivitas fisik dan pola diet juga dapat berperan pada perbedaan resistensi insulin antar jenis kelamin (Lu *et al.*, 2024).

Jika dikaitkan dengan lama terdiagnosa DM tipe 2, sebagian besar pasien berada pada rentang 5–10 tahun (47,5%), diikuti oleh kelompok <5 tahun (27,5%) dan >10 tahun (25%). Durasi penyakit merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi progresivitas disfungsi metabolik. Pasien DM tipe 2 yang kurang patuh terhadap terapi atau tidak adanya modifikasi gaya hidup (olahraga secara teratur dan pembatasan asupan makanan tinggi karbohidrat sederhana dan rendah lemak) cenderung memiliki kontrol glikemik yang buruk seiring dengan lama menderita penyakit. Studi longitudinal menunjukkan bahwa semakin lama seseorang menderita DM tipe 2, maka terjadi peningkatan resistensi insulin bersamaan dengan penurunan sekresi insulin endogen. Mekanisme ini diperantarai oleh efek glukotoksisitas, lipotoksisitas, dan inflamasi kronik yang memperburuk sensitivitas insulin di jaringan target (Zheng *et al.*, 2016).

Kadar glukosa darah puasa (GDP) sebagian besar pasien memiliki kontrol glikemik baik (40%), diikuti oleh kelompok terkontrol sebagian (37,5%) dan tidak terkontrol (22,5%). Berdasarkan Tabel 2 terlihat kecenderungan bahwa semakin lama pasien terdiagnosa, proporsi pasien dengan GDP tidak terkontrol meningkat, yakni dari 5% pada kelompok <5 tahun menjadi 7,5% pada kelompok >10 tahun. Pola ini menggambarkan bahwa durasi penyakit berperan penting dalam penurunan kemampuan tubuh mempertahankan kontrol glikemik yang optimal. Seiring bertambahnya lama menderita DM tipe 2, terjadi penurunan progresif fungsi sel β pankreas akibat paparan glukotoksisitas dan lipotoksisitas kronik yang menyebabkan produksi insulin menurun, sebaliknya resistensi insulin meningkat (Whysam & Shubrook, 2020).

Sebagian besar subjek penelitian memiliki kadar insulin puasa dalam kisaran normal (2–15 $\mu\text{IU/mL}$), yaitu sebesar 92,5%, sementara kadar insulin rendah (<2 $\mu\text{IU/mL}$) dan tinggi (>15 $\mu\text{IU/mL}$) hanya ditemukan masing-masing pada 2,5% dan 5% subjek. Dari hasil ini tampak

bahwa proporsi kadar insulin tinggi (hiperinsulinemia) sedikit meningkat pada kelompok dengan lama terdiagnosa lebih dari 10 tahun. Kondisi didukung oleh data yang tersaji pada Tabel 4 bahwa sebagian besar subjek penelitian memiliki nilai HOMA-IR $\geq 2,5$ yang menunjukkan adanya resistensi insulin, yaitu sebesar 47,5% dari total sampel. Proporsi resistensi insulin tampak meningkat seiring dengan lamanya pasien terdiagnosa, dari 15% pada kelompok <5 tahun menjadi 17,5% pada kelompok >10 tahun. Sementara itu, subjek dengan status sensitif terhadap insulin (HOMA-IR <2) ditemukan pada 37,5% populasi, dan kelompok *borderline* (2–2,4) hanya mencakup 15%. Hal ini dapat mengindikasikan kompensasi hiperinsulinemia akibat peningkatan resistensi insulin yang berkembang seiring lamanya perjalanan penyakit. Fenomena ini sesuai dengan perjalanan alami DM tipe 2, pada fase awal pankreas meningkatkan sekresi insulin untuk mengatasi resistensi perifer, namun seiring waktu, fungsi sel β menurun dan terjadi kelelahan sel β pankreas sehingga kadar insulin dapat menurun kembali pada stadium lanjut (Lu *et al.*, 2024). Dengan demikian, distribusi kadar insulin pada tabel ini menggambarkan dinamika patofisiologis DM tipe 2, yaitu pergeseran dari fase kompensasi hiperinsulinemia menuju insufisiensi relatif akibat kelelahan sel β pankreas sekaligus menggambarkan bahwa semakin lama seseorang menderita DM tipe 2, maka kecenderungan mengalami resistensi insulin semakin tinggi, yang kemungkinan terkait dengan progresivitas gangguan metabolik dan menurunnya fungsi sel β pankreas akibat stres glukotoksitas dan lipotoksitas jangka panjang (Whysam & Shubrook, 2020).

Hasil uji korelasi Spearman (Tabel 6) menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,340 dengan $p = 0,032$ ($p < 0,05$). Nilai ini menandakan adanya korelasi positif sedang dan signifikan secara statistik antara HOMA-IR (indikator resistensi insulin) dan lama terdiagnosa DM tipe 2. Artinya, semakin lama seseorang menderita diabetes melitus tipe 2, maka semakin tinggi kecenderungannya untuk mengalami peningkatan resistensi insulin. Resistensi insulin merupakan fitur dominan pada awal perjalanan DM tipe 2, dan terus berlanjut atau bahkan memburuk dengan bertambahnya durasi penyakit jika tidak disertai kontrol glikemik yang optimal. Selain itu, peningkatan proporsi resistensi insulin pada kelompok dengan lama terdiagnosa >10 tahun dapat menunjukkan penurunan efektivitas kompensasi sekresi insulin oleh sel β pankreas, sehingga meskipun kadar insulin mungkin meningkat pada fase awal (hiperinsulinemia kompensatorik), resistensi tetap mendominasi proses patofisiologis (Wondmkun, 2020). Dengan demikian, evaluasi HOMA-IR berdasarkan lama terdiagnosa memberikan gambaran penting mengenai dinamika penurunan sensitivitas insulin seiring progresi penyakit.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa terhadap data ditemukan bahwa sebagian besar subjek penelitian memiliki kadar insulin puasa dalam batas normal tetapi menunjukkan nilai HOMA-IR yang meningkat, menandakan bahwa resistensi insulin dapat berkembang meskipun kadar insulin masih dalam kisaran fisiologis. Hasil analisa statistik menunjukkan terdapat hubungan positif sedang dan signifikan antara lama terdiagnosa DM tipe 2 dan tingkat resistensi insulin (HOMA-IR) dengan nilai koefisien korelasi sebesar $r = 0,340$ dan $p = 0,032$ ($p < 0,05$). Artinya, semakin lama seseorang menderita DM tipe 2, maka semakin tinggi kecenderungannya mengalami peningkatan resistensi insulin.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan beragam serta memperpanjang rentang durasi diagnosis agar hasil yang diperoleh lebih representatif dan memiliki kekuatan statistik lebih tinggi. Penelitian selanjutnya juga perlu melakukan analisis multivariat yang memasukkan faktor-faktor lain yang dapat berpengaruh

terhadap resistensi insulin seperti indeks massa tubuh (IMT), aktivitas fisik, dan penggunaan terapi obat (misalnya metformin atau insulin) untuk menilai pengaruh gabungan terhadap resistensi insulin. Untuk aspek klinis dan praktis, disarankan untuk melakukan pemantauan berkala HOMA-IR atau indeks resistensi insulin lainnya pada pasien DM tipe 2 dengan durasi penyakit lebih lama guna membantu deteksi dini perburukan metabolik dan penyesuaian terapi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Diabetes Association (ADA). (2024). Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*, 47(Suppl. 1), S20–S42. <https://doi.org/10.2337/dc24-S002>
- Anjana, L., Selvam, P. & Shanmugasundaram, R. (2025). Prevalence Of Insulin Resistance In Type-2 Diabetes Mellitus Patients. *Journal of Neonatal Surgery*, 14(10),1-6. <https://doi.org/10.52783/jns.v14.2829>
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. (2018). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Chait, A. & Hartigh, L.J. (2020). Adipose Tissue Distribution, Inflammation and Its Metabolic Consequences, Including Diabetes and Cardiovascular Disease. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 7, 22. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.00022>
- Fan, B., Wu, H., Shi, M., Yang, A., Lau, E.S.H., Tam, C.H.T., Mao, D., Lim, C.K.P., Kong, A.P.S., Ma, R.C.W., Chow, E., Luk, A.O.Y. & Chan, J.C.N. (2022). Associations of the HOMA2-%B and HOMA2-IR with progression to diabetes and glycaemic deterioration in young and middle-aged Chinese. *Diabetes Metabolism Research and Review*, 38:e3525, 1-12. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3525>
- Freeman, A.M., Acevedo, L.A. & Pennings, N. (2023). *Insulin Resistance*. Stat Pearls: Florida.
- International Diabetes Federation (IDF). (2024). *Diabetes around the world 2024: Fact sheet from the 11th edition of the IDF Diabetes Atlas*. Brussels: International Diabetes Federation.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). *Laporan Nasional Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2024*. Jakarta: Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.
- Lee, S.H., Park, S.Y., Choi, C.S. (2021). Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. *Diabetes & Metabolism Journal*, 46(1):15-37. <https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0280>.
- Lu, X., Xie, Q., Pan, X., Zhang, R., Zhang, X., Peng, G., Zhang, Y., Shen, S., & Tong, N. (2024). Type 2 Diabetes Mellitus in Adults: Pathogenesis, Prevention and Therapy. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 29(1), <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01951-9>.
- Rasouli, N., Younes, N., Ghosh, A., Albu, J., Cohen, R.M., DeFronzo, R.A., Diaz, E., Kassem, L.S., Luchsinger, J.A., McGill, J.B., Sivitz, W.I., Tamborlane, W.V., Utzschneider, K.M. & Kahn, S.E. (2024). Longitudinal Effects of Glucose-Lowering Medications on β -Cell Responses and Insulin Sensitivity in Type 2 Diabetes: The GRADE Randomized Clinical Trial. *Diabetes Care*, 47(4), 580–588. <https://doi.org/10.2337/dc23-1070>
- Safarti, N.S., Santoso, B. & Adhipireno, P. (2023). Perbedaan Kadar Glukosa, Kadar Insulin, Homa IR dan Protein Scube2 pada Penderita DM Tipe 2 Terkontrol dan Tidak Terkontrol. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 6 (1), 97-107. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v6i1.17683>
- Soeatmadji, D.W., Rosandi, R., Saraswati, M.R., Sibarani, R.P. & Tarigan, W.O. (2020). Profile and Outcomes of Type 2 Diabetes Mellitus in the Indonesian Cohort of DISCOVER:

- A 3-Year Prospective Cohort Study. *Journal of the ASEAN Federation of Endocrine Societies*, 1(1), 68-74. <https://doi.org/10.15605/jafes.038.01.10>
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B.B., Stein, C., Basit, A., Chan, J.C.N., Mbaya, J.C., Pavkov, M.E., Ramachandaran, A., Wild, S.H., James, S., Herman, W.H., Zhang, P., Boomer, C., Kuo, S., Boyko, E. & Magliano, D.J. (2021). IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 109119. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>.
- Whysam, C. & Shubrook, J. (2020). Beta-cell failure in type 2 diabetes: mechanisms, markers, and clinical implications, *Postgraduate Medicine*, 132(8), 676-686, <https://doi.org/10.1080/00325481.2020.1771047>
- Wilson, V. (2023). An overview of complications associated with type 1 and type 2 diabetes. *Nursing Standart*, 38(7), 77-82. <https://doi.org/10.7748/ns.2023.e11933>
- Wondmkun, Y.T. (2020). Obesity, Insulin Resistance, and Type 2 Diabetes: Associations and Therapeutic Implications. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obese*, 9(13): 3611-3616. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S275898>
- Zheng, Y., Ley, S.H. & Hu, F.B. (2018). Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature Reviews Endocrinology*, 17(2), 63–74. <https://doi.org/10.1038/s41574-020-00435-0>