

**HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG DAN INDEKS MASSA
TUBUH DENGAN KADAR HbA1c PADA PASIEN DIABETES
MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN**

SKRIPSI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh:
SUKMA FEBRIANI
2208260136

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

**HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG DAN INDEKS MASSA
TUBUH DENGAN KADAR HbA1c PADA PASIEN DIABETES
MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN**

**Skripsi ini diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Kelulusan
Sarjana Kedokteran**



Oleh:

SUKMA FEBRIANI

2208260136

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama: Sukma Febriani

NPM: 2208260136

Judul Skripsi: Hubungan Lingkar Pinggang Dan Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Haji Medan.

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 13 Januari 2026



METERAI
TEMPER

Sukma febriani

LEMBAR PENGESAHAN



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext.
20 Fax. (061) 7363488
Website : fk@umsu.ac.id



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Sukma Febriani

NPM : 2208260136

Judul : Hubungan Lingkar Pinggang Dan Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Haji Medan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing

(dr. Ismatul Fauziah Rambe, M.Biomed)

Penguji 1

(Assoc. Prof. Dr. dr. Shahrul
Rahman, Sp. PD-FINASIM)

Penguji 2

(dr. Ren Astrid Al Lail Siregar,
M. Ked (PA), Sp.PA)

Mengetahui,



(dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL., Subsp. Rino(K))
NIDN : 0106098201

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter
FKIK UMSU

(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)
NIDN : 0112098605

Ditetapkan di : Medan
Tanggal : 13 Januari 2026

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Hubungan Lingkar Pinggang dan Indeks Massa Tubuh dengan Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Haji Medan”*. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd. Ked, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. dr. Ismatul Fauziah Rambe, M. Biomed, selaku Dosen Pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Assoc. Prof. Dr. dr. Shahrul Rahman, Sp. PD-FINASIM, selaku Penguji 1, atas kesediaannya memberikan masukan berharga bagi skripsi ini.
5. dr. Ren Astrid Al Lail Siregar, M. Ked (PA), Sp.PA, selaku Penguji 2, atas kesediaannya memberikan masukan berharga bagi skripsi ini.
6. dr. Luhu Aviano Tapiheru, Sp. S, selaku Pembimbing Akademik, yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama masa studi.
7. Pihak Rumah Sakit Umum Haji Medan yang telah memberikan izin dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.
8. Teman seperjuangan dalam penelitian ini yang bekerja sama sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

9. Kedua orang tua dan adik-adik penulis, yang selalu mendoakan, mendukung, menyemangati, dan memberikan motivasi sepanjang perjalanan studi dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar skripsi ini dapat menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 13 Januari 2026



Sukma febriani

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama: sukma febriani

NPM: 2208260136

Fakultas: Kedokteran

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul:

“Hubungan Lingkar Pinggang Dan Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Haji Medan.”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 13 Januari 2026

Medan, 13 Januari 2026



Sukma febriani

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes Melitus (DM) tipe 2 merupakan gangguan metabolik kompleks yang melibatkan disfungsi multipel organ yang dikenal sebagai *egregious eleven*, meliputi pankreas, hati, otot rangka, jaringan adiposa, saluran cerna, ginjal, otak, sistem saraf, lambung, usus, dan sistem imun yang berkontribusi terhadap terjadinya hiperglikemia kronik. Obesitas, baik secara umum yang diukur melalui Indeks Massa Tubuh (IMT) maupun secara sentral yang diukur melalui lingkar pinggang (LP), diduga berperan dalam memperburuk kontrol glikemik yang tercermin dari kadar Hemoglobin A1c (HbA1c). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara lingkar pinggang dan IMT dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional* pada 48 pasien DM tipe 2 yang memenuhi kriteria inklusi. Pengukuran IMT dilakukan menggunakan timbangan dan stadiometer, sedangkan lingkar pinggang diukur dengan meteran fleksibel. Kadar HbA1c diperoleh dari rekam medis pasien. Analisis bivariat menggunakan uji korelasi Spearman, sedangkan analisis multivariat menggunakan regresi logistik ordinal. **Hasil:** Tidak terdapat hubungan signifikan antara lingkar pinggang dengan HbA1c ($r = -0,141$; $p = 0,339$) maupun antara IMT dengan HbA1c ($r = 0,075$; $p = 0,611$). Analisis multivariat menunjukkan bahwa IMT dan lingkar pinggang secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap kategori HbA1c ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Indeks Massa Tubuh dan lingkar pinggang tidak memiliki hubungan signifikan dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2. Kontrol glikemik pada DM tipe 2 dipengaruhi oleh mekanisme patofisiologis yang kompleks yang melibatkan berbagai organ, sehingga tidak hanya bergantung pada parameter obesitas.

Kata kunci: Diabetes Melitus tipe 2, Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, HbA1c, Kontrol glikemik.

ABSTRACT

Background: Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a complex metabolic disorder involving multiple organ dysfunctions known as the egregious eleven, including the pancreas, liver, skeletal muscle, adipose tissue, gastrointestinal tract, kidneys, brain, nervous system, stomach, intestines, and immune system, all contributing to chronic hyperglycemia. Obesity, measured generally by Body Mass Index (BMI) and centrally by waist circumference (WC), is presumed to worsen glycemic control as reflected by Hemoglobin A1c (HbA1c) levels. This study aimed to determine the relationship between waist circumference, BMI, and HbA1c levels in patients with T2DM at RSU Haji Medan. **Methods:** This study employed an observational analytic design with a cross-sectional approach involving 48 T2DM patients who met the inclusion criteria. BMI was measured using a scale and stadiometer, while waist circumference was measured using a flexible measuring tape. HbA1c levels were obtained from patients' medical records. Bivariate analysis was conducted using Spearman correlation test, and multivariate analysis was performed using ordinal logistic regression. **Results:** There was no significant relationship between waist circumference and HbA1c ($r = -0.141$; $p = 0.339$), nor between BMI and HbA1c ($r = 0.075$; $p = 0.611$). Multivariate analysis also showed that BMI and waist circumference simultaneously had no significant effect on HbA1c categories ($p > 0.05$). **Conclusion:** BMI and waist circumference were not significantly associated with HbA1c levels in patients with T2DM. Glycemic control in T2DM is influenced by complex pathophysiological mechanisms involving multiple organs and is not solely dependent on obesity parameters.

Keywords: Type 2 Diabetes Mellitus, Body Mass Index, Waist Circumference, HbA1c, Glycemic Control.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Diabetes Melitus.....	5
2.1.1 Definisi diabetes melitus	5
2.1.2 Klasifikasi	5
2.1.3 Faktor risiko.....	8
2.1.4 Patogenesis.....	9

2.1.5 kriteria diagnostik	11
2.1.6 Terapi diabetes melitus	12
2.2 Indeks Massa Tubuh (IMT).....	16
2.3 Lingkar pinggang.....	17
2.4 Hemoglobin A1c (HbA1c)	18
2.4.1 Definisi.....	18
2.4.2 Metode pemeriksaan HbA1c	19
2.4.3 Manfaat pemeriksaan HbA1c	22
2.4.4 Faktor yang mempengaruhi HbA1c.....	22
2.5 Kerangka Konsep	23
2.6 Kerangka teori	24
2.7 Hipotesis	25
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Definisi Operasional.....	26
3.2 Jenis Penelitian	27
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3.1 Waktu penelitian.....	27
3.3.2 Tempat penelitian	28
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.4.1 Populasi.....	28
3.4.2 Sampel penelitian.....	28
3.4.3 Besar sampel.....	28
3.5 Teknik Pengumpulan Data	29
3.5.1 Jenis data.....	29
3.5.2 Prosedur pengambilan data.....	29

3.6 Metode Analisis Data	30
3.7 Alur Penelitian.....	31
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil Penelitian.....	32
4.1.1 Analisis Univariat	33
4.1.2 Analisis Bivariat	35
4.2 Analisis Multivariat Regresi Ordinal	36
4.3 Pembahasan	36
4.3.1 Hubungan Lingkar Pinggang dan HbA1c.....	37
4.3.2 Hubungan IMT dan HbA1c	39
4.4 Keterbatasan	41
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN.....	48
BIODATA PENELITI	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria diagnosis diabetes melitus. ⁴	12
Tabel 2. 2 Kriteria diabetes dan pre-diabetes. ⁴	12
Tabel 2. 3 Batas Ambang IMT. ³¹	17
Tabel 3. 1 Definisi Operasional	26
Tabel 3. 2 Waktu Penelitian	27
Tabel 4.1 Karakteristik Pasien Merujuk Jenis Kelamin.....	33
Tabel 4.2 Karakteristik Pasien Merujuk Usia	33
Tabel 4.3 Karakteristik Pasien Merujuk IMT	34
Tabel 4.4 Karakteristik Pasien Merujuk Lingkar Pinggang.....	34
Tabel 4.5 Karakteristik Pasien Merujuk kadar HbA1c	35
Tabel 4.6 Analisis Spearman.....	35
Tabel 4.7 Analisis Multivariat Regresi Ordinal	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Kerangka Konsep	23
Gambar 2. 3 kerangka teori.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar penjelasan kepada pasien	48
Lampiran 2 Informed Consent	49
lampiran 3 Ethical clearance	50
lampiran 4 Surat izin penelitian	51
lampiran 5 Surat persetujuan rumah sakit.....	52
lampiran 6 Surat Izin Poli Endokrin.....	53
lampiran 7 Surat izin rekam medis.....	54
lampiran 8 Surat selesai penelitian.....	55
lampiran 9 Data Statistik SPSS	56
lampiran 10 Dokumentasi kegiatan	58
lampiran 11 Artikel penelitian	60

DAFTAR SINGKATAN

ADA	: <i>American Diabetes Association</i>
BAC	: <i>Boronate Affinity Chromatography</i>
BB	: Berat Badan
BPS	: Badan Pusat Statistik
CAP	: <i>College of American Pathologists</i>
DKA	: <i>Diabetic Ketoacidosis</i> (Ketoasidosis Diabetik)
DM	: Diabetes Melitus
DPP-4	: <i>Dipeptidyl Peptidase-4</i>
EDTA	: <i>Ethylenediaminetetraacetic Acid</i>
FAO	: <i>Food and Agriculture Organization</i>
FPOX	: <i>Fructosyl Peptide Oxidase</i>
GIP	: <i>Glucose-Dependent Insulinotropic Polypeptide</i>
GLP-1	: <i>Glucagon-Like Peptide-1</i>
GLUT4	: <i>Glucose Transporter Type 4</i>
HbA1c	: <i>Hemoglobin A1c</i>
HHS	: <i>Hyperglycemic Hyperosmolar State</i> (Hiperglikemia Hiperosmolar)
HPLC	: <i>High-Performance Liquid Chromatography</i>
IAPP	: <i>Islet Amyloid Polypeptide</i>
IBS	: <i>Irritable Bowel Syndrome</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
IMT	: Indeks Massa Tubuh
KGD	: Kadar Gula Darah
LiLA	: Lingkar Lengan Atas
LP	: Lingkar Pinggang
MASLD	: <i>Metabolic Dysfunction–Associated Steatotic Liver Disease</i>
MODY	: <i>Maturity Onset Diabetes of the Young</i>
NGSP	: <i>National Glycohemoglobin Standardization Program</i>
OHO	: Obat Hipoglikemik Oral
PCOS	: <i>Polycystic Ovary Syndrome</i> (Sindrom Ovarium Polikistik)

PERKENI : Perkumpulan Endokrinologi Indonesia

RA : *Receptor Agonist*

RLPTB : Rasio Lingkar Pinggang terhadap Tinggi Badan

RSU : Rumah Sakit Umum

SGLT1 : *Sodium-Glucose Co-Transporter 1*

SGLT2 : *Sodium-Glucose Co-Transporter 2* (penghambat SGLT2)

SKI : Survei Kesehatan Indonesia

TGT : Toleransi Glukosa Terganggu

TNF- α : Tumor Necrosis Factor-alpha

TTGO : Tes Toleransi Glukosa Oral

WHO : *World Health Organization*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai kondisi metabolik kronis, *Diabetes Melitus* mengganggu kemampuan tubuh dalam memproses karbohidrat, mengakibatkan pemanfaatan glukosa sebagai bahan bakar sel menjadi tidak optimal. Proses pembentukan glukosa baru melalui jalur *gluconeogenesis* berlangsung secara berlebihan, sementara penguraian glikogen mengalami gangguan, sehingga konsentrasi gula dalam darah mengalami peningkatan.¹

Data dari *IDF* menunjukkan tren kenaikan angka penderita diabetes secara konsisten, baik pada skala dunia maupun kawasan. Tercatat sekitar 588,7 juta orang berusia 20–79 tahun menyandang diabetes secara global pada 2024, dan angka tersebut diprediksi melonjak sekitar 45% hingga menyentuh 852,5 juta jiwa di tahun 2050. Kawasan Asia Tenggara diperkirakan mencatatkan sekitar 106,9 juta kasus pada 2024, dengan prediksi lonjakan sekitar 73% menjadi 184,5 juta di tahun 2050. Secara global, Indonesia menempati peringkat kelima dengan perkiraan 20,4 juta penyandang diabetes pada 2024, yang diprediksi bertambah hingga 28,6 juta pada 2050.² Laporan *WHO* menyebutkan bahwa penyandang diabetes di kalangan orang dewasa seluruh dunia telah melampaui angka 800 juta.³ Merujuk pada data *BPS* tahun 2003, populasi penduduk Indonesia di atas 20 tahun diestimasikan mencapai 133 juta jiwa. Dengan memperhitungkan laju pertumbuhan demografis, jumlah penduduk dewasa diproyeksikan naik hingga 194 juta pada 2030, dan seiring bertambahnya populasi ini, angka prevalensi *Diabetes Melitus* secara nasional diprediksi meningkat hingga 8,5%.⁴ Merujuk *SKI* 2023, prevalensi *Diabetes Melitus* di Provinsi Sumatera Utara berada pada kisaran 1,4% dari keseluruhan jumlah penduduk.⁵

Risiko terkena *diabetes mellitus* tipe 2 dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, yakni yang bersifat tetap dan yang bisa diubah. Kelompok pertama mencakup riwayat diabetes dalam keluarga serta penambahan usia.⁶ Adapun kelompok kedua umumnya berkaitan dengan pola hidup sehari-hari, seperti

minimnya kegiatan fisik, kondisi hipertensi, gangguan profil lipid (*dislipidemia*), kebiasaan makan yang buruk, konsumsi rokok, serta riwayat gangguan toleransi glukosa dan kegemukan berlebih.⁷ Obesitas ditandai oleh penimbunan lemak secara berlebihan pada berbagai jaringan, termasuk otot dan hati, yang menghambat masuknya glukosa ke dalam sel serta melemahkan fungsi insulin, sehingga memicu terjadinya resistensi insulin. Keadaan ini bisa mendorong peningkatan konsentrasi glukosa darah, yang pada akhirnya berdampak pada kadar *HbA1c* sebagai indikator kendali glikemik.⁸

Tes *HbA1c* menghitung proporsi *hemoglobin* di dalam sel darah merah yang telah terikat molekul glukosa, sehingga mampu merepresentasikan nilai rata-rata gula darah dalam kurun waktu 2–3 bulan sebelumnya, selaras dengan siklus kehidupan eritrosit yang berlangsung sekitar 120 hari. Tingginya angka *HbA1c* mengisyaratkan bahwa pengontrolan gula darah belum optimal dan dapat memperbesar kemungkinan munculnya komplikasi *diabetes*, baik pada pembuluh darah berukuran besar (*makrovaskular*) maupun berukuran kecil (*mikrovaskular*).⁹

Individu dengan obesitas umumnya mengalami penumpukan lemak di sekitar perut, yang dikenal sebagai obesitas sentral. Akumulasi lemak *viseral* ini secara fisiologis berhubungan erat dengan resistensi insulin dan meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan toleransi glukosa. Oleh karena itu, evaluasi parameter antropometri seperti *IMT*, Lingkar Pinggang, *RLPTB*, dan *LiLA* memiliki peran penting dalam mendeteksi potensi peningkatan risiko *diabetes mellitus* tipe 2. Metode pengukuran lingkar pinggang dan *IMT* merupakan cara praktis serta *non-invasif* guna menilai risiko metabolik pada penyandang diabetes. Pemahaman mengenai keterkaitan kedua parameter tersebut dengan kendali glukosa darah yang tercermin melalui kadar *HbA1c* juga sangat krusial.¹⁰

Berbagai kajian sebelumnya yang menelaah hubungan antara *IMT*, ukuran lingkar pinggang, serta nilai *HbA1c* pada penyandang *DM* tipe 2 memperlihatkan kesimpulan yang bervariasi. Irawan dkk. (2022) melaporkan bahwa kaitan antara *IMT* dan nilai *HbA1c* pada penyandang *DM* tipe 2 tidak memiliki signifikansi statistik ($p = 0,063$).¹¹ Temuan serupa dikemukakan Purwaningsih (2022), yang menunjukkan ketiadaan korelasi bermakna antara *IMT* dan nilai *HbA1c* ($p =$

0,447).¹² Kajian Suandy dkk. (2022) juga tidak berhasil mengidentifikasi adanya korelasi signifikan antara *IMT* dan nilai *HbA1c* ($p = 0,987$).¹³

Di sisi lain, riset Sucitawati dkk. (2019) yang menelaah kaitan *obesitas sentral* terhadap nilai *HbA1c* pada warga berusia 30–50 tahun di Lingkungan Batusari, Desa Bitera, Gianyar, mampu membuktikan adanya korelasi bermakna antara *obesitas sentral* dan nilai *HbA1c* ($p < 0,05$).¹⁴ Riset tersebut memperlihatkan bahwa *obesitas sentral*, yang dinilai lewat pengukuran lingkar pinggang, memainkan peran penting dalam menaikkan nilai *HbA1c* serta dapat difungsikan sebagai penanda risiko buruknya pengontrolan gula darah pada penyandang *DM* tipe 2. Kesimpulan senada dipaparkan oleh Deng dkk. (2025), yang mengidentifikasi kaitan bermakna antara *IMT* dan pengontrolan *glikemik* pada penyandang *DM* tipe 2, dengan korelasi positif sebesar $r = 0,45$ dan $p < 0,001$.¹⁵ Di samping itu, Sa'pang (2018) juga melaporkan adanya keterkaitan antara *IMT* dan kadar glukosa darah puasa.¹⁶

Temuan-temuan riset mengenai pengaruh lingkar pinggang dan *IMT* terhadap kadar *HbA1c* menunjukkan hasil yang tidak konsisten. Keberagaman hasil ini mendorong peneliti guna mengkaji lebih mendalam keterkaitan antara lingkar pinggang, *IMT*, dan kadar hemoglobin terglikasi (*HbA1c*) pada penyandang *diabetes mellitus*.

1.2 Perumusan Masalah

Apakah ada hubungan Lingkar Pinggang (LP) dan Indeks Massa Tubuh (IMT) terhadap kadar *HbA1c* pada pasien Diabetes Melitus tipe 2?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah guna mengetahui apakah ada hubungan antara lingkar pinggang dan indeks massa tubuh dengan kadar *HbA1c* pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji Medan.

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan antara lingkar pinggang dan indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui karakteristik pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji medan.
2. Mengetahui rata-rata lingkar pinggang pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji medan.
3. Mengetahui rata-rata indeks massa tubuh (IMT) pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji medan.
4. Mengetahui rata-rata kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji medan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti
Riset ini diharapkan mampu menambah wawasan peneliti mengenai keterkaitan antara penumpukan lemak di area perut (dinilai melalui ukuran lingkar pinggang) serta *Body Mass Index (BMI)* terhadap nilai *HbA1c* pada penderita *diabetes mellitus* tipe 2.
2. Bagi institusi
Hasil temuan riset ini juga diharapkan bisa menjadi sumber rujukan akademis bagi lembaga pendidikan dalam upaya memajukan bidang ilmu kedokteran.
3. Bagi Masyarakat
Menjadi sumber informasi pentingnya pengendalian berat badan dan lingkar pinggang dalam manajemen diabetes.
4. Bagi rumah sakit
Memberikan informasi yang bisa mendukung strategi pengelolaan dan pencegahan komplikasi diabetes.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus

2.1.1 Definisi diabetes melitus

Diabetes merupakan gangguan kesehatan bersifat menahun yang timbul akibat kerja insulin yang tidak optimal ataupun terganggunya kemampuan sel beta pankreas dalam menghasilkan insulin. Keadaan ini kerap dipengaruhi oleh kebiasaan konsumsi makanan serta derajat keaktifan jasmani seseorang. Hormon insulin memiliki fungsi krusial dalam menekan konsentrasi glukosa di dalam darah. Apabila hormon tersebut gagal menjalankan perannya, konsentrasi glukosa akan terus meningkat, suatu kondisi yang dikenal sebagai *hiperglikemia*. Tingginya kadar glukosa secara berkelanjutan berpotensi memicu kelainan metabolisme serta komplikasi pada beragam sistem organ.¹⁷

2.1.2 Klasifikasi

A. Diabetes melitus tipe 1

Diabetes mellitus tipe 1 timbul saat sel beta pankreas hanya mampu memproduksi insulin dalam jumlah sangat terbatas atau sama sekali tidak menghasilkannya, akibat pengaruh faktor keturunan maupun kelainan *autoimun*. Gangguan ini lazimnya dijumpai pada kelompok usia anak-anak dan remaja, walaupun individu dewasa juga berpotensi mengalaminya. Penyandang kondisi ini memerlukan pemberian terapi insulin sepanjang hayat.¹⁸

B. Diabetes melitus tipe 2

Diabetes mellitus tipe 2 merupakan varian *diabetes* yang paling banyak dijumpai. Kondisi ini dicirikan oleh defisiensi insulin secara relatif disertai *resistensi insulin*, yakni menurunnya kemampuan jaringan tubuh dalam merespons kerja insulin secara fisiologis.

Etiologi *diabetes mellitus* tipe 2 melibatkan banyak faktor dan belum sepenuhnya terungkap. Mayoritas penderita mengalami kelebihan massa tubuh atau kondisi *obesitas*, yang secara fisiologis berhubungan dengan meningkatnya *resistensi insulin*. Meski demikian, pada sebagian individu dengan massa tubuh ideal, penimbunan lemak *viseral* tetap bisa berlangsung, yang berkaitan dengan gangguan metabolik semacam *Metabolic Dysfunction–Associated Steatotic Liver Disease (MASLD)* atau akumulasi lipid pada jaringan otot rangka.¹⁹

Ketoasidosis diabetik (DKA) pada umumnya jarang terjadi secara tiba-tiba pada penyandang *diabetes mellitus* tipe 2. Ketika *DKA* muncul, keadaan ini seringkali berkaitan dengan ketidakcukupan insulin dan pemakaian insulin *eksogen* yang kurang adekuat, serta bisa dipicu oleh tekanan fisiologis seperti proses infeksi, serangan jantung, pemakaian preparat farmakologis tertentu misalnya *glukokortikoid*, *antipsikotik* generasi kedua, maupun *inhibitor SGLT2*, dan juga kondisi sosial spesifik.²⁰

Sebaliknya, *hiperglikemia hiperosmolar (HHS)* lebih kerap ditemukan pada penyandang *diabetes mellitus* tipe 2. Kondisi ini ditandai peningkatan glukosa darah secara drastis, tingginya osmolalitas plasma, serta kondisi dehidrasi, tanpa adanya *ketoasidosis* yang signifikan. Manifestasi klinis seringkali disertai kebingungan dan gangguan neurologis. Pada sejumlah kasus, pasien bisa memperlihatkan gabungan gejala *DKA* dan *HHS* secara bersamaan.²¹

Diabetes mellitus tipe 2 cenderung berkembang secara bertahap dan sering tidak terdeteksi pada tahap awal karena gejala *hiperglikemia* belum terlihat secara jelas. Meski belum terdiagnosis, pasien dengan *diabetes mellitus* tipe 2 tetap memiliki kemungkinan tinggi mengalami komplikasi serius, baik makrovaskular maupun mikrovaskular.

Pada fase permulaan *diabetes mellitus* tipe 2, konsentrasi insulin dalam sirkulasi darah bisa berada pada rentang normal atau justru meningkat, namun pelepasan insulin tersebut kerap tidak memadai guna mengatasi *resistensi insulin* yang dialami tubuh. Dampaknya, konsentrasi glukosa darah

tetap sulit dikendalikan secara optimal. Perbaikan *resistensi insulin* bisa dicapai melalui reduksi berat badan, peningkatan keaktifan jasmani, serta terapi farmakologis, meskipun kemampuan insulin jarang pulih sepenuhnya ke taraf normal. Probabilitas berkembangnya *diabetes mellitus* tipe 2 meningkat seiring pertambahan usia, kelebihan massa tubuh, dan minimnya keaktifan fisik. Di samping itu, kondisi ini lebih sering ditemukan pada individu dengan riwayat *prediabetes*, *diabetes gestasional*, *sindrom ovarium polikistik (PCOS)*, *hipertensi*, atau *dislipidemia*. Kecenderungan ini juga lebih tinggi pada kelompok ras atau etnis tertentu yang memiliki kerentanan genetik maupun terpengaruh oleh aspek lingkungan.¹⁹

C. Diabetes melitus gestasional

Diabetes mellitus gestasional merupakan gangguan toleransi glukosa yang pertama kali teridentifikasi sewaktu masa kehamilan, umumnya timbul pada trimester kedua atau ketiga, dan menjadi komplikasi metabolik paling lazim dijumpai selama kehamilan. Kondisi ini meningkatkan probabilitas persalinan prematur, tindakan *sesar*, bayi berukuran besar sesuai usia gestasi (*makrosomia*), *hiperbilirubinemia*, serta *hipoglikemia neonatal*. Lebih lanjut, keadaan ini juga memperbesar kemungkinan ibu menyandang *diabetes* tipe 2 di kemudian hari, disertai peningkatan risiko *hipertensi*, *dislipidemia*, dan penyakit jantung.²²

D. Diabetes melitus spesifik akibat penyebab lain

Diabetes mellitus spesifik akibat penyebab lain mencakup kelompok *diabetes* yang timbul karena kondisi tertentu di luar tipe 1, tipe 2, dan *gestasional*. Satu diantara contohnya ialah kelainan genetik yang memengaruhi kinerja sel beta pankreas, misalnya *Maturity Onset Diabetes of the Young (MODY)*, yang ditandai terganggunya sekresi insulin akibat mutasi pada gen tertentu. Kelainan genetik kerja insulin yang menyebabkan resistensi insulin akibat kelainan reseptor insulin yang menyebabkan organ target tidak merespon insulin. Penyakit pankreas eksokrin seperti pankreatitis kronik, trauma, karsinoma pankreas, atau pankreatektomi yang merusak jaringan penghasil insulin. Diabetes akibat obat-obatan atau zat kimia, misalnya

glukokortikoid, tiazid, asam nikotinat, dan toksin tertentu yang bisa mengganggu sekresi insulin serta peningkatan resistensi terhadap insulin. Serta gangguan endokrin seperti sindrom chusing, akromegali, hipertiroidisme, yang mempengaruhi metabolisme glukosa.

Selain itu, ada bentuk diabetes lain yang lebih jarang, seperti, infeksi kongenital seperti rubella kongenital yang bisa merusak sel beta pankreas, sindrom genetic tertentu seperti Down syndrome dan Turner syndrome, serta gangguan imun spesifik.²³

2.1.3 Faktor risiko

Sejumlah aspek pencetus *diabetes mellitus* tipe 2 bersifat tidak bisa dikendalikan, di antaranya pertambahan usia serta adanya keluarga inti yang menyandang *diabetes*. Seiring bertambahnya umur, kapasitas fungsional berbagai organ tubuh mengalami kemunduran, termasuk pankreas dan jaringan perifer, sehingga kepekaan terhadap insulin berkurang dan pengelolaan glukosa menjadi kurang efektif. Selain itu, seseorang yang mempunyai orang tua atau saudara sedarah yang menyandang *diabetes* memiliki kemungkinan lebih besar guna terkena kondisi serupa.

Aspek pencetus *diabetes mellitus* tipe 2 yang bisa dikendalikan meliputi kebiasaan hidup dan kondisi metabolik. *Obesitas*, terutama *obesitas sentral*, menjadi satu diantara pemicu utama yang berperan dalam meningkatkan *resistensi insulin*. Kebiasaan makan yang sarat gula, lemak jenuh, dan kalori berlebih turut menaikkan risiko *diabetes*. Minimnya keaktifan fisik menurunkan kepekaan sel terhadap insulin, sehingga glukosa tidak digunakan secara maksimal dan konsentrasi gula darah tetap tinggi. Kebiasaan mengonsumsi tembakau memicu *stres oksidatif* dan peradangan kronis, yang selanjutnya memperparah *resistensi insulin*. Tekanan darah yang melampaui batas normal (*hipertensi*) yang tidak terkendali mampu memengaruhi distribusi glukosa ke jaringan tubuh. Di samping itu, tekanan psikologis dan *depresi* menahun meningkatkan konsentrasi hormon stres seperti *kortisol*, yang mampu mengganggu metabolisme glukosa dan turut menyebabkan kenaikan gula darah.²⁴

2.1.4 Patogenesis

Hiperglikemia pada *diabetes mellitus* tipe 2 timbul sebagai dampak interaksi berbagai faktor yang melibatkan sejumlah organ. Sebelas organ yang turut berperan dalam mekanisme ini dikenal dengan sebutan '*The Egregious Eleven*'

1. Sel beta pankreas

Saat seseorang terdiagnosis *diabetes mellitus* tipe 2, kapasitas fungsional sel beta pankreas umumnya telah menurun secara bermakna. Sel beta bertugas memproduksi dan melepaskan insulin, sehingga kemunduran fungsinya langsung berdampak pada kemampuan tubuh mengendalikan konsentrasi glukosa darah.

2. Sel alfa pancreas

Sel alfa pancreas menghasilkan glucagon, hormon yang meningkatkan kadar gula darah, terutama saat tubuh dalam keadaan puasa. Pada *diabetes mellitus* tipe 2, sel alfa pancreas cenderung berfungsi secara berlebihan sehingga produksi glucagon meningkat, memicu peningkatan glukosa hati (*hepatic glucose production*).

3. Jaringan lemak

Sel lemak mengalami kemunduran daya tanggap terhadap dampak *antilipolitik* insulin. Sebagai imbasnya, aktivitas *lipolisis* bertambah sehingga kadar asam lemak bebas di plasma ikut melonjak. Lonjakan asam lemak bebas tersebut memacu proses *glukoneogenesis* di hati sekaligus memicu *resistensi insulin* di hati maupun otot, yang selanjutnya mengacaukan pelepasan insulin. Kejadian ini dinamakan *lipotoksitas*.

4. Otot skeletal

Pada *DM* tipe 2, *resistensi insulin* muncul akibat terganggunya proses fosforilasi tirosin pada *reseptor insulin* beserta *IRS*, sehingga penghantaran sinyal insulin terhambat. Dampaknya, *GLUT4* gagal berpindah ke membran sel, volume glukosa yang memasuki jaringan otot menyusut, dan penggunaan glukosa oleh otot merosot. Kondisi tersebut

memicu penumpukan glukosa di aliran darah (*hiperglikemia*), sekaligus membebani sel β pankreas agar menggenjot pelepasan insulin.

5. Hati

Resistensi insulin di hati memacu percepatan proses *glukoneogenesis*, menyebabkan lonjakan produksi glukosa dan berperan sebagai satu diantara pemicu utama *hiperglikemia* pada *DM* tipe 2.

6. Otak

Insulin memiliki fungsi vital sebagai penekan hasrat makan. Pada individu dengan *obesitas*, baik penyandang *diabetes* ataupun bukan, muncul *hiperinsulinemia* sebagai mekanisme kompensasi terhadap *resistensi insulin*. Namun demikian, *resistensi insulin* turut terjadi di otak, mengakibatkan daya tekan terhadap selera makan melemah dan konsumsi makanan tetap berlebih, yang memperparah *hiperglikemia*.

7. Kolon dan microbiota usus

Disbiosis atau ketidakseimbangan mikrobiota usus pada diabetes tipe 2 bisa memicu inflamasi sistemik ringan yang berkontribusi pada resistensi insulin. Mikroba usus yang tidak seimbang meningkatkan produksi sitokin pro-inflamasi, yang mengganggu jalur sinyal insulin.

8. Usus halus

Usus halus menghasilkan hormon *inkretin*, yaitu *GLP-1* dan *GIP*, yang menstimulasi pankreas guna melepaskan insulin sesudah asupan makanan. Dampak hormon tersebut berlangsung singkat karena enzim *DPP-4* dengan segera mendegradasi keduanya, sehingga pelepasan insulin berkurang. Selain itu, enzim *alfa-glukosidase* mengurai karbohidrat menjadi glukosa yang terserap ke peredaran darah, mengakibatkan naiknya kadar gula darah sesudah makan (*postprandial*).

9. Ginjal

Glukosa yang tersaring oleh ginjal hampir seluruhnya diserap ulang di tubulus proksimal. Sekitar 90% glukosa tersebut direabsorpsi lewat *SGLT-2* yang terletak di tubulus proksimal konvolut, sementara 10% sisanya direabsorpsi lewat *SGLT-1* di tubulus proksimal segmen distal dan

tubulus asenden. Pada *DM* tipe 2, ekspresi *SGLT-2* melonjak, menyebabkan glukosa yang semestinya terbuang justru terserap kembali ke peredaran darah, sehingga turut memicu *hiperglikemia*.

10. Lambung

Lambung turut berperan dalam pengaturan glukosa darah melalui hormon *amelin* (*islet amyloid polypeptide/IAPP*) yang dihasilkan sel beta pankreas bersamaan dengan insulin. Secara normal, *amelin* memperlambat proses pengosongan lambung selepas makan, sehingga glukosa dari makanan masuk ke usus halus secara bertahap. Pada *diabetes* tipe 2, produksi *amelin* menurun akibat kerusakan sel beta, mengakibatkan pengosongan lambung berlangsung lebih cepat dan konsentrasi glukosa darah *postprandial* meningkat.

11. Sistem imun

Pada diabetes tipe 2, kondisi inflamasi kronik derajat rendah yang dipicu oleh obesitas, kelebihan nutrisi, dan stres metabolik mengaktifkan sel imun, terutama sel imun bawaan seperti makrofag. Sel-sel ini melepaskan sitokin proinflamasi yang mengganggu sinyal insulin di jaringan perifer seperti otot, hati, dan lemak, sehingga menimbulkan resistensi insulin dan memperparah hiperglikemia. Dengan demikian, aktivasi sistem imun kronik tidak hanya merupakan akibat dari diabetes, tetapi juga berperan langsung dalam memperburuk gangguan metabolisme glukosa.⁴

2.1.5 kriteria diagnostik

Penetapan diagnosis *DM* ditempuh lewat pemeriksaan kadar glukosa darah serta *hemoglobin terglikasi (HbA1c)*. Gejala khas *diabetes* meliputi *poliuria* (intensitas berkemih melonjak, khususnya di waktu malam), *polidipsia* (kehausan berlebih), *polifagia* (hasrat makan melonjak), serta turunnya massa tubuh tanpa alasan yang jelas. Manifestasi lain yang bisa menyertai meliputi kelemahan tubuh, sensasi kebas, gangguan ketajaman penglihatan, dan rasa gatal. Pada pria, *diabetes* mampu menyebabkan *disfungsi ereksi*, sedangkan pada wanita bisa muncul rasa gatal di area genital.⁴

Tabel 2.1 Kriteria diagnosis diabetes melitus.⁴

Pemeriksaan gula darah puasa ≥ 126 mg/dl tanpa asupan kalori dalam 8 jam
Atau
Tes toleransi glukosa oral dengan beban glukosa 75 gram hasil ≥ 200 mg/dl
Atau
Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dl, dengan keluhan klasik pada diabetes
Atau
Pemeriksaan laboratorium HbA1c $\geq 6,5$ % yang terstandarisasi.

Tabel 2. 2 Kriteria diabetes dan pre-diabetes.⁴

Kriteria	HbA1c	Glukosa darah puasa (mg/dl)	Glukosa plasma setelah 2 jam TTGO
Diabetes	$\geq 6,5$	≥ 126	≥ 200
Pre-diabetes	5,7 – 6,4	100-125	140-199
Normal	$< 5,7$	70-99	70-139

2.1.6 Terapi diabetes melitus

Terapi farmakologi terbagi menjadi 6 golongan dibedakan merujuk cara kerjanya yaitu⁴:

1. Zat yang merangsang sekresi insulin (*Insulin Secretagogue*)

- a. Sulfonilurea

Golongan obat ini bekerja dengan cara menstimulasi pelepasan insulin di kelenjar pankreas. Beberapa contoh preparat *sulfonilurea* meliputi *glimepiride*, *glikuidon*, *glibenclamide*, dan *glucodex*. Efek samping yang paling kerap dijumpai pada golongan ini umumnya bersifat ringan dan jarang terjadi, mencakup gangguan gastrointestinal, gangguan sistem saraf pusat, serta kemungkinan *hipoglikemia* yang rendah.²⁵

b. Glinid

Preparat ini memiliki mekanisme kerja yang serupa dengan *sulfonilurea*, namun berikatan pada lokasi reseptor yang berbeda di sel beta pankreas. Contohnya mencakup *repaglinid* dan *netaglinid*. Efek samping yang bisa timbul berupa *hipoglikemia*. Perlu diketahui, preparat-preparat ini saat ini sudah tidak lagi tersedia di Indonesia.⁴

2. Zat yang meningkatkan kepekaan terhadap insulin

a. Metformin

Metformin berfungsi menaikkan kepekaan jaringan tubuh terhadap insulin, menekan pembentukan glukosa di hati, serta menjaga kestabilan kadar gula darah. Di samping itu, *metformin* mampu memberikan manfaat tambahan yakni menurunkan tekanan darah serta memperkecil risiko gangguan *kardiovaskular*. Dampak samping yang berpotensi timbul mencakup rasa tidak nyaman di perut, mual, dan diare.²⁶

b. Tiazolidinedion

Obat ini berfungsi dengan cara memperbaiki respons jaringan terhadap insulin dan membantu tubuh menyerap glukosa lebih efektif. Kontra indikasi pada pasien yang memiliki gagal jantung karena memiliki efek retensi cairan yang bisa memperparah edema. Efek samping lainnya termasuk peningkatan berat badan akibat akumulasi lemak, serta penurunan kepadatan tulang yang bisa menyebabkan osteoporosis dan patah tulang.²⁷

3. Inhibitor alfa-glucosidase

Preparat ini bekerja dengan mengurangi laju pemecahan karbohidrat serta memperlambat absorpsi glukosa di usus halus, sehingga konsentrasi gula darah tetap terjaga. Tersedia beberapa jenis yakni *akarbose*, *voglibosa*, dan *miglitol* yang beredar secara komersial. Efek samping yang mungkin timbul meliputi diare dan perut kembung. Kontraindikasi penggunaannya meliputi gangguan ginjal, *IBS*, dan gangguan fungsi hepar.²⁸

4. Penghambat aktivitas enzim dipeptidil peptidase-4

Preparat ini memiliki kemampuan menurunkan konsentrasi glukosa darah secara moderat melalui mekanisme penghambatan degradasi hormon *inkretin*, yakni *GLP-1* dan *GIP*, yang dilepaskan secara alamiah oleh tubuh. Mekanisme tersebut meningkatkan sekresi insulin dan menekan pelepasan *glukagon*, sehingga membantu menurunkan konsentrasi glukosa plasma secara bergantung pada kadar glukosa itu sendiri. Karena mekanisme kerjanya berbasis kadar glukosa, preparat ini mengendalikan *hiperglikemia* dengan risiko *hipoglikemia* yang sangat minimal dan tidak menimbulkan perubahan massa tubuh secara bermakna. Contoh preparat dalam golongan ini antara lain *sitagliptin*, *saxagliptin*, *linagliptin*, *vildagliptin*, dan *alogliptin*.²⁹

5. Inhibitor sodium-glucose co-transporter 2 (SGLT-2)

Inhibitor SGLT-2 tergolong preparat *antidiabetik* oral yang berfungsi menaikkan pembuangan glukosa lewat urin dengan menghambat penyerapan ulang glukosa di ginjal. Selain bermanfaat menurunkan konsentrasi glukosa darah, preparat ini juga memberikan keuntungan tambahan berupa pengurangan risiko gangguan *kardiovaskular* dan komplikasi renal pada penyandang *diabetes* tipe 2. Namun, penggunaannya bisa meningkatkan kemungkinan terjadinya infeksi saluran kemih, *ketoasidosis diabetikum*, serta peningkatan konsentrasi *glukagon* dan produksi glukosa oleh hati.²⁹

Obat Antihiperglikemia Terapi injeksi meliputi pemberian insulin, agonis reseptor GLP-1 (GLP-1 RA), atau kombinasi antara insulin dan GLP-1 RA:⁴

a. Insulin

Insulin diresepkan pada keadaan tertentu, misalnya ketika nilai *HbA1c* tetap $\geq 7,5\%$ walaupun penderita sudah mengonsumsi satu atau dua preparat *antidiabetes* oral, ataupun bila *HbA1c* melebihi 9%. Indikasi lain meliputi penyusutan massa tubuh yang cepat, *hiperglikemia* berat yang disertai *ketosis*, krisis *hiperglikemik*, kegagalan terapi kombinasi preparat oral pada takaran optimal, serta kondisi tekanan berat misalnya infeksi sistemik, prosedur bedah mayor, serangan jantung akut, maupun *stroke*.

Sewaktu kehamilan, insulin dipakai bila *diabetes* tak terkendali hanya dengan diet, ataupun pada penderita dengan gangguan fungsi ginjal atau hepar yang parah, alergi maupun kontraindikasi terhadap preparat hipoglikemik oral, dan pada situasi *perioperatif* tertentu.

Ditinjau dari lama kerjanya, insulin terbagi menjadi enam kategori: kerja cepat (*rapid-acting*), kerja singkat (*short-acting*), kerja sedang (*intermediate-acting*), kerja lama (*long-acting*), kerja sangat lama (*ultra long-acting*), dan insulin campuran tetap (*premixed*). Efek samping utama insulin yakni *hipoglikemia*, walaupun reaksi alergi juga dapat muncul. Dasar pemberian insulin ialah mereplikasi pola pelepasan fisiologis tubuh, yang mencakup sekresi basal dan prandial. Insulin bisa diberikan sebagai terapi tunggal maupun dikombinasikan dengan preparat hipoglikemik oral lain, seperti *metformin*, *glinid*, atau *akarbosa*, sesuai kebutuhan dan respons penderita.

b. Agonis reseptor GLP-1 (glucagon-like peptide-1)

Tergolong preparat suntik yang mereplikasi kerja hormon *inkretin*. Preparat ini menggenjot pelepasan insulin yang bergantung pada glukosa, menekan *glukagon*, meredam hasrat makan, memperlambat pengosongan lambung, dan membantu menyusutkan massa tubuh. *GLP-1 RA* tersedia dalam sediaan kerja pendek, seperti *exenatide*, yang diberikan dua kali sehari, maupun sediaan kerja panjang, seperti *liraglutide*, *lixisenatide*, *dulaglutide*, dan *semaglutide*, yang bisa diberikan sekali sehari hingga sekali seminggu. Efek samping utama yang kerap timbul berupa mual dan muntah. GLP-1 RA bisa dikombinasikan dengan hampir semua OHO maupun insulin, kecuali dengan inhibitor DPP-4.

c. Terapi Gabungan

Diberikan bila target glikemik tidak tercapai dengan satu jenis obat. Kombinasi bisa berupa dua OHO dengan mekanisme berbeda, kombinasi OHO dengan insulin, atau kombinasi tiga OHO bila insulin tidak memungkinkan. Pada terapi kombinasi dengan insulin, umumnya dimulai dengan insulin basal.

d. Kombinasi insulin basal dengan agonis reseptor GLP-1

Perpaduan insulin basal dengan *GLP-1 RA* menawarkan manfaat ganda: insulin basal menyusutkan glukosa darah puasa, sedangkan *GLP-1 RA* mengontrol glukosa *postprandial*. Perpaduan ini ampuh menyusutkan *HbA1c* dengan kemungkinan *hipoglikemia* yang lebih kecil serta meminimalkan pertambahan massa tubuh. Pemberiannya dapat dilaksanakan terpisah, meski kurang efisien karena membutuhkan dua suntikan, ataupun dalam wujud *ko-formulasi* dengan rasio tetap, misalnya *IdegLira* (*insulin degludec* + *liraglutide*) dan *IGlarLixi* (*insulin glargine* + *lixisenatide*).⁴

2.2 Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index (BMI)* merupakan instrumen guna menilai kategori massa tubuh seseorang, apakah termasuk ideal, kurang (*underweight*), atau berlebih (*overweight*). Perhitungan *IMT* didasarkan pada data massa tubuh dan tinggi badan individu. Selain itu, *IMT* juga mampu memberikan gambaran kasar tentang komposisi tubuh, meskipun tidak bisa secara spesifik menunjukkan proporsi massa dari lemak dan otot.³⁰

Nilai *IMT* bisa dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Klasifikasi IMT yang digunakan mengacu pada kriteria Asia-Pasifik, yaitu:

Tabel 2. 3 Batas Ambang IMT.³¹

Kategori	IMT
<i>Underweight</i> (Kurus)	<18,5
<i>Normal weight</i> (Normal)	18,5 – 22,9
<i>Overweight</i> (Berat badan lebih)	23,0- 24,9
<i>Obesity class I</i> (Obesitas I)	25,0 – 29,9
<i>Obesity class II</i> (Obesitas II)	≥ 30,0

Pada individu dengan *obesitas*, peningkatan akumulasi lemak tubuh mengakibatkan konsentrasi asam lemak bebas (*free fatty acids*) dalam darah menjadi tinggi, yang mampu menurunkan kepekaan tubuh terhadap insulin. Kelebihan lemak tersebut menghambat oksidasi glukosa sehingga jaringan otot rangka lebih condong memanfaatkan asam lemak bebas sebagai sumber energi. Keadaan ini mengganggu aktivitas *glikogen sintase*, yakni enzim yang berperan dalam penyimpanan glukosa sebagai glikogen. Dampaknya, terjadi akumulasi glukosa dalam sirkulasi darah. Sebagai mekanisme kompensasi, tubuh meningkatkan produksi insulin, namun karena *resistensi* tetap berlangsung, konsentrasi glukosa darah tetap tinggi, yang pada akhirnya turut berkontribusi pada terjadinya *DM* tipe 2.³²

2.3 Lingkar pinggang

Lingkar pinggang merupakan indikator penting dalam menilai risiko diabetes melitus tipe 2, karena mencerminkan akumulasi lemak visceral yang berhubungan dengan resistensi insulin. Tingginya lemak visceral bisa memicu inflamasi dan gangguan metabolik.³³ *Obesitas sentral* dinyatakan ada apabila ukuran lingkar pinggang melampaui 90 cm pada pria dan 80 cm pada wanita.³⁴

Obesitas sentral dicirikan oleh akumulasi lemak di sekitar organ-organ internal, seperti hati, pankreas, dan usus. Jaringan lemak tersebut memiliki aktivitas *endokrin* yang tinggi, sehingga selain berfungsi sebagai cadangan energi, juga memproduksi hormon serta molekul *bioaktif* (*adipokin*) yang memengaruhi

metabolisme tubuh. Satu diantara *adipokin* penting ialah *adiponektin*, yang berperan meningkatkan respons tubuh terhadap insulin dan menekan produksi glukosa oleh hati (*glukoneogenesis*), serta memiliki efek *antiinflamasi*.

Pada kondisi *obesitas sentral*, produksi *adiponektin* mengalami penurunan. Berkurangnya hormon ini mengurangi kemampuan insulin bekerja di jaringan otot dan hati, sehingga timbul *resistensi insulin*. Selain itu, jaringan adiposa melepas asam lemak bebas serta *resistin* secara berlebih ke peredaran darah, memicu *lipotoksitas* dan merusak sel-sel otot, hati, maupun pankreas. Penimbunan asam lemak bebas di hati menggenjot *glukoneogenesis*, menyebabkan produksi glukosa bertambah. Di jaringan otot, pemasukan glukosa ke sel terhambat, mengakibatkan sel membutuhkan insulin lebih banyak, sehingga *resistensi insulin* kian memburuk.

Di samping itu, jaringan adiposa tersebut menaikkan kadar *sitokin proinflamasi* misalnya *TNF- α* dan *hs-CRP*, yang memperparah *resistensi insulin* sekaligus meningkatkan *inflamasi* sistemik. Kombinasi dari penurunan *adiponektin*, *lipotoksitas*, peningkatan *glukoneogenesis*, dan *inflamasi* ini pada akhirnya memicu *hiperglikemia*, yang merupakan mekanisme utama berkembangnya *diabetes* tipe 2 pada individu dengan *obesitas sentral*.³⁵

2.4 Hemoglobin A1c (HbA1c)

2.4.1 Definisi

HbA1c merupakan bentuk hemoglobin terglikasi, yaitu hemoglobin yang telah berikatan dengan glukosa. Proses ini terjadi secara non-enzimatik saat glukosa darah tinggi dan menyebabkan glukosa menempel pada gugus amino bebas di ujung N-terminal rantai beta hemoglobin A0. Hemoglobin terglikasi memiliki muatan negatif yang memungkinkan deteksinya melalui elektroforesis. Kadar HbA1c mencerminkan tingkat glukosa darah dalam jangka panjang dan berfungsi sebagai indikator penting guna diagnosis serta pemantauan kontrol diabetes. Nilai HbA1c yang tinggi menandakan adanya hiperglikemia kronis dan peningkatan risiko komplikasi diabetes jangka Panjang.³⁶

HbA1c merupakan parameter krusial dalam penegakan diagnosis, pemantauan, serta pencegahan *diabetes melitus* karena menggambarkan rerata

konsentrasi glukosa darah selama 2–3 bulan terakhir serta menunjukkan efektivitas pengobatan dan kebiasaan hidup penderita. Meski demikian, nilai *HbA1c* bisa dipengaruhi oleh beragam aspek seperti usia eritrosit, kehamilan, umur, ras, serta kondisi medis atau pemakaian preparat tertentu, sehingga berpotensi menyebabkan peningkatan atau penurunan nilai *HbA1c* secara semu. Contohnya, *anemia defisiensi besi* atau gangguan ginjal mampu meningkatkan *HbA1c* secara keliru, sedangkan *anemia hemolitik*, perdarahan, atau kehamilan mampu menurunkan hasilnya. Dengan demikian, hasil *HbA1c* perlu ditafsirkan secara saksama dan sebaiknya dipadukan dengan pemeriksaan tambahan, seperti glukosa puasa atau *tes toleransi glukosa oral*, guna menjamin ketepatan diagnosis.³⁷

2.4.2 Metode pemeriksaan HbA1c

Ada beragam metode guna memeriksa konsentrasi *HbA1c*, namun secara prinsip seluruh metode bekerja dengan cara yang serupa, yaitu memisahkan *hemoglobin terglikasi* dari *hemoglobin non-glikasi*. Klasifikasi metode pemeriksaan *HbA1c* bisa dibedakan merujuk tiga prinsip dasar, yakni:

1. Perbedaan muatan listrik (*charge differences*), yang meliputi metode *ion-exchange chromatography*, *High Performance Liquid Chromatography (HPLC)*, *elektroforesis*, dan *isoelectric focusing*.
2. Perbedaan struktur molekul, seperti pada metode immunoassay dan *affinity chromatography*.
3. Reaksi kimia, seperti pada metode enzyme assay.

American Diabetes Association (ADA) merekomendasikan agar laboratorium memanfaatkan perangkat dan metode yang telah disertifikasi oleh *National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP)*. Ada lima metode utama yang disetujui guna pemeriksaan *HbA1c*, yakni *immunoassay*, *ion-exchange HPLC*, *boronate affinity chromatography*, metode enzimatis, dan *capillary electrophoresis*.³⁶

A. *High Performance Liquid Chromatography (HPLC)*

Teknik ini merupakan cara pengukuran *HbA1c* terbanyak kedua yang dipakai, merujuk data *CAP*, dan menjadi metode standar pertama yang dianjurkan oleh *NGSP*. Teknik *HPLC* dipandang sebagai acuan emas dalam

pengukuran *HbA1c*. Prinsip dasarnya yakni memisahkan fraksi *hemoglobin* lewat *kromatografi* berbasis pertukaran kation. Lisat eritrosit dialirkan ke kolom berisi *resin* bermuatan negatif, sehingga molekul bermuatan positif bergerak lebih pelan dibandingkan molekul bermuatan negatif. *HbA1c*, yang bermuatan lebih negatif ketimbang *HbA0*, melintasi kolom lebih cepat dan memunculkan puncak pada hasil analisis. Keunggulan metode ini antara lain resolusi yang tinggi sehingga bisa mendeteksi berbagai fraksi hemoglobin termasuk varian Hb, waktu analisis yang singkat hanya 3-5 menit. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, seperti hasil yang bisa menjadi rendah secara palsu jika terjadi hemolisis selama proses analitik. Selain itu, metode ini memerlukan peralatan khusus, tenaga ahli guna pengoperasian, dan biaya yang relatif mahal.³⁶

B. Elektroforesis

Dasar kerja teknik ini berlandaskan pemisahan molekul bermuatan lewat mobilitas *elektroforesis*, yang dipengaruhi oleh *pH* larutan elektrolit serta aliran *elektro-osmotik*. Molekul bermuatan positif bergerak lebih cepat menuju ujung kapiler, sedangkan molekul bermuatan negatif, misalnya *HbA1c*, cenderung bergerak lebih pelan. Di sekitar ujung kapiler, detektor mengidentifikasi serta mengukur molekul-molekul yang melintasinya.

Keunggulan *capillary electrophoresis* ketimbang metode tradisional mencakup resolusi yang lebih tinggi berkat penggunaan tegangan yang lebih besar, kebutuhan volume sampel yang lebih minim, waktu analisis yang lebih cepat, serta akurasi dan presisi yang lebih unggul. Di samping itu, teknik ini lebih irit *reagen* dan gampang diotomatisasi.³⁶

C. Metode immunoassay

Teknik imunologi (*immunoassay*) merupakan cara yang paling lazim dipakai saat ini guna pemeriksaan *HbA1c*, merujuk data CAP. Teknik ini memanfaatkan *antibodi* spesifik yang sanggup mengenali produk *Amadori* (*ketoamin*) beserta asam amino di ujung *N-terminal* rantai β *HbA*.

Apabila sampel tak mengandung *HbA1c*, *antibodi* secara bebas berikatan dengan *agglutinator*, membentuk agregat yang memicu *aglutinasi* serta peningkatan *absorbansi* cahaya. Sebaliknya, keberadaan *HbA1c* dalam sampel menghambat interaksi tersebut, sehingga *aglutinasi* berkurang dan *absorbansi* menurun.³⁶

D. Metode enzimatik

Pada teknik *enzimatik*, sampel darah utuh yang telah diberi *antikoagulan EDTA* mengalami proses lisis sel guna menjalani tahap *pre-treatment* serta pengukuran *hemoglobin* total. *Hemoglobin* total ditetapkan lewat proses *oksidasi*, yakni eritrosit yang telah dilisis diberi tambahan *natrium nitrit* guna mengkonversi *hemoglobin* menjadi *methemoglobin*. Selanjutnya, penambahan *natrium azida* menghasilkan *azidomethemoglobin*, yang kadarnya dapat diukur secara *kolorimetrik* memakai *spektrofotometer* pada panjang gelombang 476 nm.

Langkah selanjutnya ialah pengukuran konsentrasi *HbA1c*. Dalam tahap ini, enzim *protease* menghasilkan *fruktosil dipeptida*. Senyawa tersebut kemudian dihidrolisis oleh enzim *Fructosyl Peptide Oxidase (FPOX)*, yang menghasilkan *hidrogen peroksida*. Senyawa ini selanjutnya bereaksi dengan zat *kromogen* guna membentuk produk berwarna, yang *absorbansi*-nya diukur pada panjang gelombang 660 nm. Hasil akhir metode ini berupa nilai *HbA1c* yang dinyatakan dalam persentase.³⁶

E. Boronate affinity chromatography

Metode boronate affinity chromatography memanfaatkan ikatan selektif antara gugus boronat dengan grup *cis-diol* glukosa pada hemoglobin terglikasi. Saat sampel darah dialirkan melalui kolom BAC, hanya *HbA1c* yang akan menempel hemoglobin non-glikasi langsung terelusi. Setelah itu, *HbA1c* dilepas dan diukur.³⁶

2.4.3 Manfaat pemeriksaan HbA1c

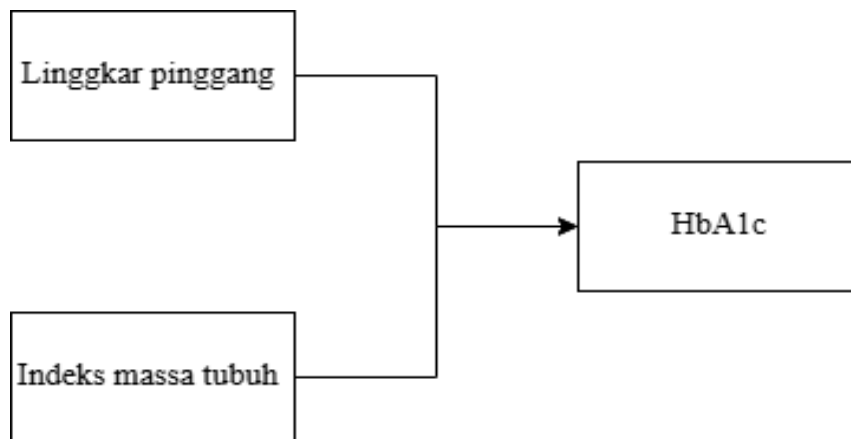
Tes *HbA1c* memegang peranan krusial dalam pengelolaan *DM* karena merepresentasikan kadar glukosa darah rerata sepanjang 2–3 bulan terakhir. Oleh karenanya, pemeriksaan ini membantu mengawasi keefektifan pengobatan dalam jangka panjang sehingga pengontrolan gula darah dapat dijalankan secara lebih presisi. Selain sebagai sarana pemantauan, *HbA1c* juga difungsikan sebagai metode diagnosis *diabetes* dan *pradiabetes*. Angka *HbA1c* sebesar $\geq 6,5\%$ dapat mengisyaratkan *diabetes*, sedangkan angka $5,7\%–6,4\%$ mengindikasikan kondisi *pradiabetes*. Tes ini juga amat krusial dalam memprediksikan risiko komplikasi *diabetes* misalnya *retinopati*, *nefropati*, dan *neuropati*, sebab tingginya *HbA1c* berkaitan dengan meningkatnya kemungkinan komplikasi. Pemeriksaan *HbA1c* bisa digunakan guna mengevaluasi kepatuhan pasien terhadap terapi serta efektivitas pengobatan dan perubahan gaya hidup.³⁸

2.4.4 Faktor yang mempengaruhi HbA1c

Peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan rasio pinggang-pinggul berkaitan erat dengan tingginya kadar *HbA1c*, karena kelebihan berat badan dan lemak visceral meningkatkan resistensi insulin yang mempersulit pengontrolan glukosa darah.³⁹ Kondisi hematologi seperti anemia defisiensi besi, *thalassemia*, atau penyakit sel sabit bisa menyebabkan nilai *HbA1c* *false high* atau *false low*.⁴⁰ Selain itu, gangguan tiroid, gagal ginjal kronis juga memengaruhi akurasi hasil *HbA1c*.^{41,42}

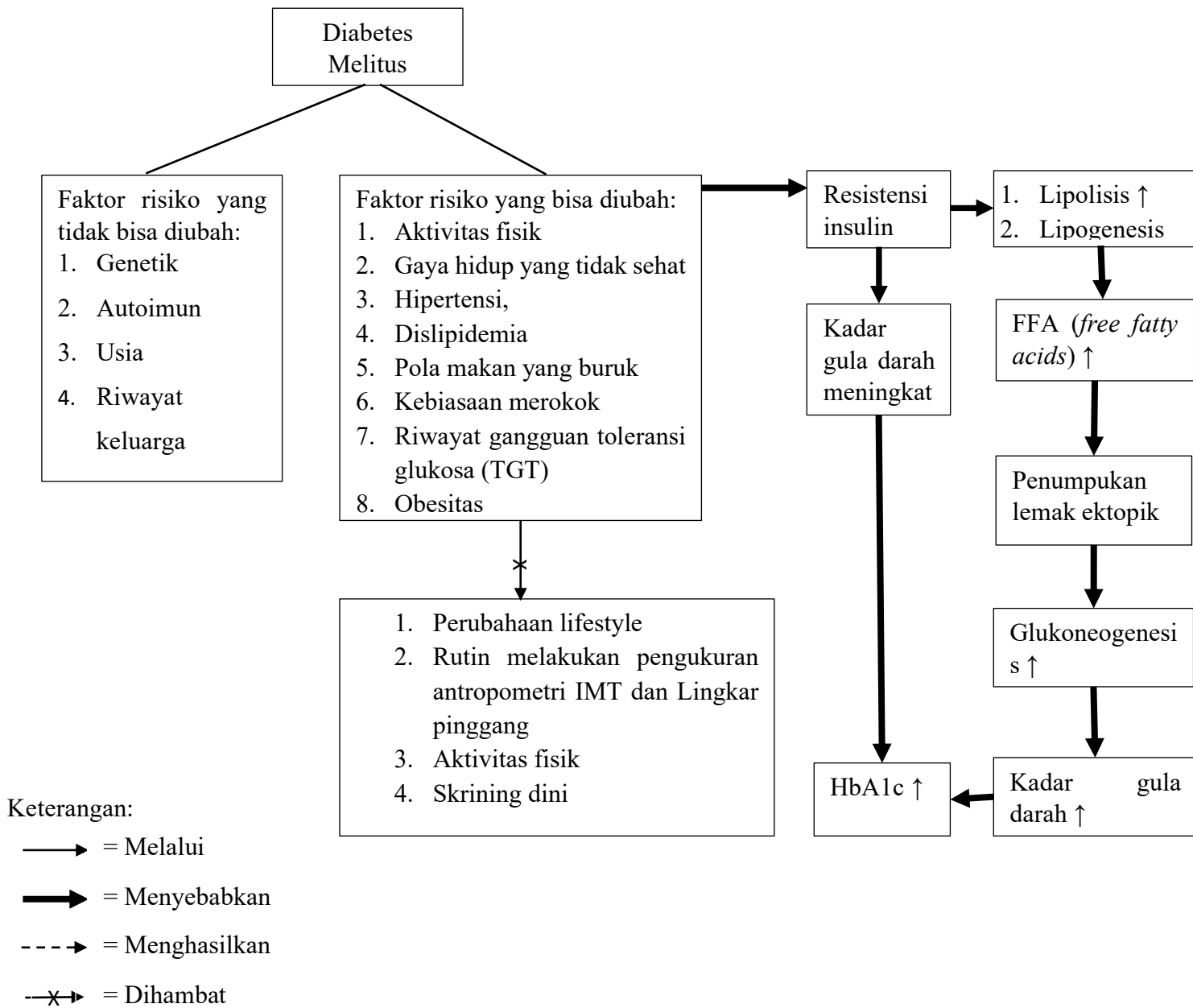
Selain itu, usia dan jenis kelamin memiliki peran misalnya, *HbA1c* cenderung naik seiring bertambahnya usia dan umumnya menunjukkan tingkat yang lebih tinggi pada pria dibanding wanita. Faktor gaya hidup seperti kurangnya aktivitas fisik dan stres kronis juga memengaruhi *HbA1c*. Kurangnya gerakan fisik memperburuk kontrol glikemik dan meningkatkan resistensi insulin, sedangkan stres menstimulasi hormon stres (kortisol) yang memicu glukoneogenesis dan resistensi insulin.⁴³

2.5 Kerangka Konsep



Gambar 2. 1 Kerangka Konsep

2.6 Kerangka teori



Gambar 2. 2 kerangka teori

2.7 Hipotesis

1. H_0 = Tidak ada hubungan lingkaran pinggang dan indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji Medan.
2. H_1 = Ada hubungan lingkaran pinggang dan indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2 di RSUD Haji Medan.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

Variable	Definisi operasional	Alat ukur	Skala ukur	Hasil pengukuran
Lingkar pinggang	Ukuran lingkar pinggang yang diukur di antara <i>crista illiaca</i> dan <i>costa XII</i> .	Meteran	Rasio	Dalam satuan sentimeter (cm).
Indeks massa tubuh (IMT)	Satuan guna menentukan berat badan kurang, normal dan obesitas.	Timbangan digital & meteran tinggi badan (kg/m ²)	Ordinal	1. <i>Underweight</i> : < 18,5 kg/m ² 2. Normal: 18,5 – 22,9 kg/m ² 3. <i>Overweight</i> : 23,0 – 24,9 kg/m ² 4. Obese I: 25,0 - 29,9 5. Obese II: ≥30. ³¹
Kadar HbA1c	Persentase hemoglobin A1c	Hasil pemeriksaan laboratorium berdasarkan rekam medis	Ordinal	1. <5,7% = normal 2. 5,7–6,4% = prediabetes

Variable	Definisi operasional	Alat ukur	Skala ukur	Hasil pengukuran
				3. $\geq 6,5\%$ = diabetes. ⁴

3.2 Jenis Penelitian

Riset ini mengadopsi desain *observasional analitik* dengan pendekatan *cross-sectional* guna menilai keterkaitan antara ukuran lingkaran pinggang dan *IMT* terhadap konsentrasi *HbA1c* pada penyandang *diabetes melitus* tipe 2.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1 Waktu penelitian

Tabel 3. 2 Waktu Penelitian

No	Jenis kegiatan	Tahun 2025							
		Bulan							
		Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1.	Persiapan Proposal								
2.	Sidang Proposal								
3.	Ethical Clearance								
4.	Mengurus izin penelitian								
5.	Penelitian								
6.	Analisis data								
7.	Penyusunan Laporan								
8.	Presentasi Hasil Penelitian								

3.3.2 Tempat penelitian

Riset ini dilaksanakan di Rumah Sakit Umum Haji Medan (RSU Haji Medan), yang berlokasi di Jalan Rumah Sakit Haji No. 1, Medan Estate.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi riset terdiri atas penyandang *diabetes melitus* tipe 2 yang menjalani perawatan rawat jalan di poli *endokrin* RSU Haji Medan.

3.4.2 Sampel penelitian

Sampel riset terdiri atas penyandang *diabetes melitus* tipe 2 yang berkunjung ke poli *endokrin* RSU Haji Medan dan memenuhi kriteria berikut:

A. Kriteria inklusi

1. Penderita yang telah terdiagnosis *DM* tipe 2 oleh dokter dan datang ke poli *endokrin* RSU Haji.
2. Penderita yang menjalani pemeriksaan *HbA1c*.
3. Penderita yang bersedia menjalani pengukuran *IMT* dan lingk pinggang serta telah menandatangani *informed consent*.

B. Kriteria eksklusi

1. Pasien *DM* yang memiliki Penyakit lain yang bisa mempengaruhi *IMT* dan lingk pinggang seperti gagal ginjal, sirosis hepatitis, *Cushing syndrome*, kanker.
2. Penyakit lain yang bisa mempengaruhi kadar *HbA1c* seperti, anemia, *thalassemia*, gangguan tiroid.

3.4.3 Besar sampel

Riset ini menggunakan teknik pengambilan sampel secara *consecutive sampling*. Besaran sampel ditentukan menggunakan rumus guna menghitung korelasi

$$n = \left\{ \frac{Z_{\alpha} + Z_{\beta}}{0,5 \ln [(1+r)/(1-r)]} \right\}^2 + 3$$

Dengan keterangan:

1. $Z_{\alpha} = 1,96$ Z guna tingkat signifikansi 0,05 (two-tailed)
2. $Z_{\beta} = 1,28$ Z guna power 90%
3. $r = 0,45$ r korelasi yang diharapkan¹⁵.

$$n = \left\{ \frac{Z_{\alpha} + Z_{\beta}}{0,5 \ln[(1 + r)/(1 - r)]} \right\}^2 + 3$$

$$n = \left\{ \frac{(1,96 + 1,28)}{0,5 \ln[(1 + 0,45) / (1 - 0,45)]} \right\}^2 + 3$$

$$n = 47,68, \text{ dibulatkan menjadi } 48 \text{ orang}$$

Maka, dari rumus korelasi didapatkan minimal sebanyak 48 sampel.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Jenis data

1. Data primer, diambil langsung dengan pengukuran IMT dan lingkar pinggang.
2. Data sekunder, kadar HbA1c menggunakan hasil dari rekam medis.

3.5.2 Prosedur pengambilan data

Data penelitian dikumpulkan melalui data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Data primer

a. IMT (Indeks Massa Tubuh)

Data primer dikumpulkan melalui pengukuran langsung pada penderita. guna menentukan *IMT*, massa tubuh diukur menggunakan timbangan digital dengan penderita mengenakan pakaian ringan tanpa alas kaki, sedangkan tinggi badan diukur menggunakan *stadiometer* dalam posisi berdiri tegak, tumit menempel, dan pandangan lurus ke depan. *IMT* kemudian dihitung menggunakan rumus: $IMT = \text{Massa Tubuh (kg)} / (\text{Tinggi Badan (m)})^2$.

b. Lingkar Pinggang

Pengukuran dilakukan menggunakan pita ukur fleksibel. Lingkar pinggang diukur di antara *crista iliaca* dan *costa XII* saat penderita berdiri tegak dan bernapas normal, tanpa ada penghalang antara pita ukur dan kulit.

2. Data sekunder diperoleh dari rekam medis pasien

Data sekunder diperoleh dari rekam medis penderita, yakni nilai *HbA1c*. Nilai *HbA1c* diambil dari hasil pemeriksaan laboratorium terakhir penderita dalam rentang 3 bulan terakhir.

3.6 Metode Analisis Data

a. Analisis univariat

Analisis univariat dilaksanakan guna mendeskripsikan karakteristik setiap variabel, meliputi lingkar pinggang, *IMT*, dan konsentrasi *HbA1c*, dengan menggunakan statistik deskriptif seperti rerata, median, simpangan baku, rentang, frekuensi, dan persentase. Analisis ini memberikan gambaran awal mengenai distribusi serta persebaran data sebelum dilanjutkan dengan analisis keterkaitan antarvariabel.

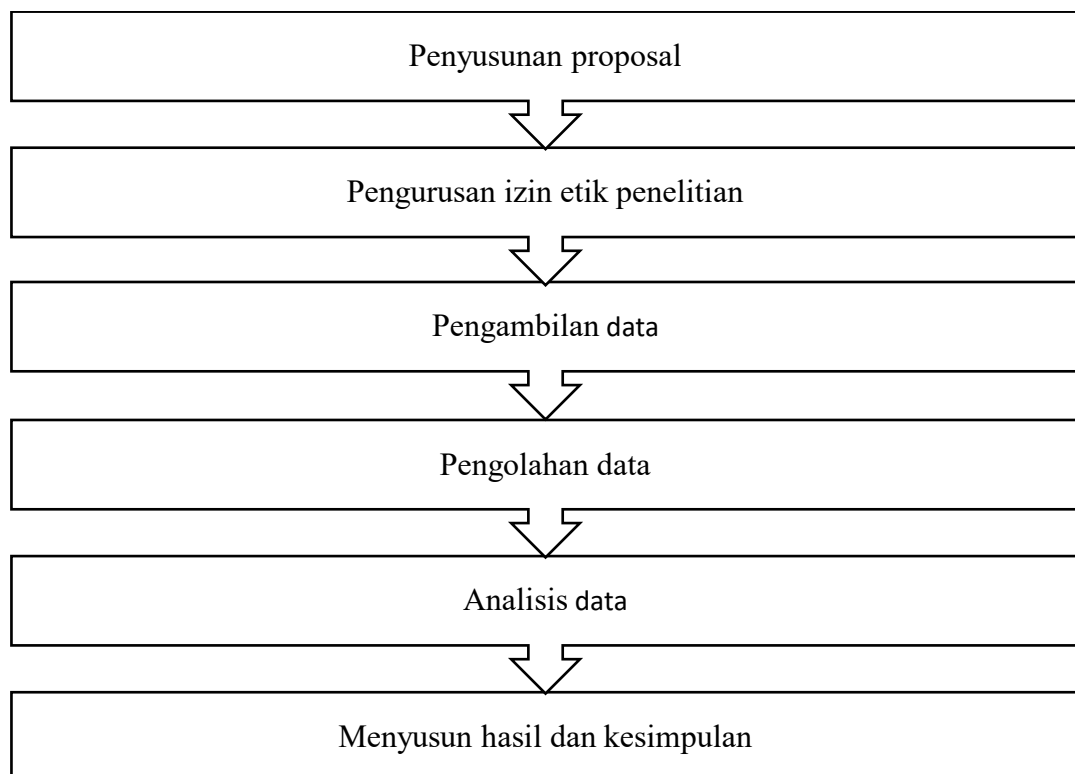
b. Analisis bivariat

Analisis bivariat bertujuan menilai keterkaitan antara lingkar pinggang dengan *HbA1c* serta *IMT* dengan *HbA1c*, menggunakan uji korelasi *Spearman*. Uji ini mampu menilai arah dan kekuatan hubungan antarvariabel. Uji korelasi *Spearman* merupakan metode statistik yang digunakan guna menilai keterkaitan antarvariabel berskala ordinal. Uji tersebut menghitung kekuatan serta arah kaitan berdasarkan peringkat, dengan nilai koefisien berentang dari -1 sampai $+1$. Koefisien -1 memperlihatkan korelasi negatif sempurna, sementara $+1$ memperlihatkan korelasi positif sempurna. Nilai koefisien melampaui $0,5$ atau di bawah $-0,5$ lazimnya dipandang sebagai korelasi yang cukup kuat ataupun moderat.⁴⁴

c. Analisis multivariat

Analisis multivariat dijalankan memakai *regresi logistik ordinal*. Hasil analisis ditampilkan dalam wujud *OR*. Nilai *OR* melebihi 1 memperlihatkan bahwa variabel independen memperbesar kemungkinan terjadinya *outcome* seseorang mempunyai *HbA1c* pada kategori lebih tinggi, sementara $OR < 1$ memperlihatkan adanya penyusutan peluang.

3.7 Alur Penelitian



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Riset ini dilaksanakan di RSUD Haji Medan pada periode November hingga Desember 2025. Riset ini sudah mendapat persetujuan etik dari KEPK Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan nomor surat: 1660/KEPK/FKUMSU/2025. Jenis riset yang dipakai yakni *analitik observasional* dengan pendekatan *cross-sectional*. Penarikan sampel dijalankan memakai teknik *consecutive sampling* sehingga didapatkan total sampel sejumlah 48 penderita. Riset ini bermaksud menganalisis kaitan antara ukuran lingkar pinggang serta *IMT* dengan kadar *HbA1c* pada penyandang *DM Tipe 2* di RSUD Haji Medan.

4.1 Hasil Penelitian

Riset ini dilaksanakan di Poliklinik *Endokrin*, RSUD Haji Medan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, pada bulan November–Desember 2025 menggunakan teknik *consecutive sampling*. Subjek riset terdiri atas 48 penyandang *DM* tipe 2 yang memenuhi kriteria inklusi, yakni penderita yang melakukan kontrol di Poli *Endokrin* dan bersedia mengikuti prosedur riset. Dengan demikian, sampel yang diperoleh merepresentasikan populasi penderita yang relevan dengan tujuan riset.

Data riset terdiri atas data primer, yakni pengukuran massa tubuh dan tinggi badan, serta data sekunder, yakni konsentrasi *HbA1c* yang diperoleh dari rekam medis hasil pemeriksaan laboratorium penderita. Setelah data terhimpun, analisis dilaksanakan menggunakan *SPSS* dengan uji korelasi *Spearman* guna mengetahui keterkaitan antara lingkar pinggang, *IMT*, dan konsentrasi *HbA1c*.

4.1.1 Analisis Univariat

4.1.1.1 Karakteristik Pasien Merujuk Jenis Kelamin

Tabel 4.1 Karakteristik Pasien Merujuk Jenis Kelamin

Jenis kelamin	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Laki-laki	19	39,6
Perempuan	29	60,4
Total	48	100

Merujuk data karakteristik penyandang *DM* tipe 2 di RSU Haji Medan, mayoritas penderita berjenis kelamin perempuan yakni sebanyak 29 orang (60,4%), sementara penderita laki-laki hanya berjumlah 19 orang (39,6%).

4.1.1.2 Karakteristik Pasien Merujuk Usia

Tabel 4.2 Karakteristik Pasien Merujuk Usia

Variabel Usia (tahun)	Frekuensi (n)	Persentase (%)	Rata-rata
< 40 tahun	2	4,2	58,6
40–49 tahun	4	8,3	
50–59 tahun	19	39,6	
60–69 tahun	19	39,6	
≥ 70 tahun	4	8,3	
Total	48	100	

Distribusi penderita merujuk usia menunjukkan bahwa sebagian besar penderita berada pada kelompok usia 50–59 tahun dan 60–69 tahun, masing-masing sejumlah 19 orang (39,6%). Kelompok usia dengan jumlah penderita paling sedikit ialah <40 tahun, yakni sebanyak 2 orang (4,2%).

4.1.1.3 Karakteristik Pasien Merujuk IMT

Tabel 4.3 Karakteristik Pasien Merujuk IMT

IMT (Kategori)	Frekuensi (n)	Persentase (%)	Rata-rata (kg/m ²)
Normal	6	12,5	27,67
<i>Overweight</i>	5	10,4	
Obesitas 1	24	50,0	
Obesitas 2	13	27,1	
Total	48	100	

Sebagian besar penderita masuk ke dalam kategori *obesitas* 1 yakni sejumlah 24 orang (50,0%). Rerata *IMT* penderita ialah 27,67 kg/m².

4.1.1.4 Karakteristik Pasien Merujuk Lingkar Pinggang

Tabel 4.4 Karakteristik Pasien Merujuk Lingkar Pinggang

Kategori	Frekuensi (n)	Perempuan	Laki-laki	Persentase (%)	Rata-rata
Normal	3	-	3	6,3	94,44 cm
Obesitas sentral	45	29	16	93,7	
Total	48			100	

Merujuk tabel 4.3, sebagian besar penderita memiliki ukuran lingkar pinggang tidak normal (*obesitas sentral*) yakni sejumlah 45 orang (93,7%), sedangkan penderita dengan lingkar pinggang normal hanya berjumlah 3 orang (6,3%). Rerata lingkar pinggang penderita ialah 94,44 cm.

4.1.1.5 Karakteristik Pasien Merujuk kadar HbA1c

Tabel 4.5 Karakteristik Pasien Merujuk kadar HbA1c

Kategori HbA1c	Rentang (%)	Frekuensi (n)	Persentase (%)	Rata-rata
Terkontrol	< 7.0	10	20,8	8.78 %
Tidak Terkontrol	≥7.0	38	79,2	
Total		48	100	

Merujuk tabel 4.3, dari total 48 penderita, mayoritas memiliki konsentrasi *HbA1c* dalam kategori tidak terkontrol (< 7,0%) yakni sejumlah 38 penderita (79,2%). Sedangkan penderita dengan konsentrasi *HbA1c* kategori terkontrol (≥ 7,0) hanya berjumlah 10 penderita (20,8%).⁴⁵

4.1.2 Analisis Bivariat

Tabel 4.6 Analisis Spearman

Variabel Independen	Variabel Dependen	P-Value	R Spearman
Lingkar Pinggang	HbA1c	0,339	-0,141
IMT	HbA1c	0,611	0,075

Merujuk Tabel 4.6, hasil uji korelasi *Spearman* memperlihatkan ketiadaan kaitan bermakna secara statistik antara lingkar pinggang dan kadar *HbA1c* ($r = -0,141$; $p = 0,339$). Demikian pula, analisis serupa mengindikasikan bahwa tak ada hubungan bermakna antara *IMT* dan kadar *HbA1c* ($r = 0,075$; $p = 0,611$). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1) ditolak, menandakan bahwa lingkar pinggang serta *IMT* tak berkorelasi secara signifikan dengan kadar *HbA1c*.

4.2 Analisis Multivariat Regresi Ordinal

Tabel 4.7 Analisis Multivariat Regresi Ordinal

Variabel	OR	95% CI	p-value
Lingkar Pinggang	0,94	0,82 – 1,07	0,359
IMT	1,52	0,48 – 4,82	0,475

Merujuk tabel 4.6 Analisis multivariat dilaksanakan guna menilai pengaruh lingkar pinggang dan *IMT* secara simultan terhadap konsentrasi *HbA1c*. Merujuk hasil *regresi ordinal*, lingkar pinggang tidak berpengaruh secara bermakna terhadap konsentrasi *HbA1c* ($OR = 0,94$; $95\% CI: 0,82-1,07$; $p = 0,359$). *IMT* juga tidak memperlihatkan pengaruh signifikan terhadap konsentrasi *HbA1c* ($OR = 1,52$; $95\% CI: 0,48-4,82$; $p = 0,475$).

4.3 Pembahasan

Merujuk temuan riset, mayoritas penyandang *DM* tipe 2 berjenis kelamin perempuan. Ditinjau dari segi usia, sebagian besar penderita berada pada kelompok usia lanjut. Pertambahan usia diketahui berkaitan dengan meningkatnya *resistensi insulin* dan menurunnya kapasitas fungsional sel beta pankreas, sehingga risiko *DM* tipe 2 semakin besar pada usia lanjut. Studi menunjukkan bahwa penuaan jaringan *adiposa* berkontribusi terhadap munculnya *resistensi insulin*, sedangkan penuaan sel beta pankreas berdampak pada menurunnya kemampuan sekresi insulin pada populasi berusia lanjut.⁴⁶

Sebagian besar penderita berada pada kategori *obesitas* merujuk *IMT*. *Obesitas* merupakan aspek pencetus utama terjadinya *DM* tipe 2 karena berperan dalam terjadinya *resistensi insulin* dan gangguan metabolisme glukosa.⁸ Hasil pengukuran lingkar pinggang juga menunjukkan bahwa mayoritas penderita memiliki lingkar pinggang melampaui batas normal (>90 cm pada laki-laki dan >80 cm pada perempuan), yang menggambarkan tingginya kejadian *obesitas sentral*. *Obesitas sentral* diketahui memiliki keterkaitan yang lebih kuat dengan risiko metabolik dan gangguan kendali *glikemik*.³³

Merujuk konsentrasi *HbA1c*, mayoritas penderita berada pada kategori dengan pengendalian *glikemik* yang tidak optimal. Konsentrasi *HbA1c* menggambarkan rerata kadar glukosa darah selama dua hingga tiga bulan terakhir dan dipengaruhi oleh beragam aspek, seperti lama sakit, terapi *antidiabetes*, kepatuhan pengobatan, serta kebiasaan hidup penderita.⁴⁷

4.3.1 Hubungan Lingkar Pinggang dan HbA1c

Merujuk hasil uji korelasi *Spearman*, tidak ditemukan keterkaitan bermakna secara statistik antara lingkar pinggang dan konsentrasi *HbA1c* pada penyandang *DM* tipe 2 di RSUD Haji Medan ($r = -0,141$; $p = 0,339$). Nilai koefisien korelasi menunjukkan keterkaitan yang sangat lemah dengan arah negatif, yang mengindikasikan bahwa pertambahan lingkar pinggang cenderung diiringi penurunan konsentrasi *HbA1c*, namun keterkaitan tersebut tidak bermakna secara statistik.

Hasil analisis *regresi ordinal* menunjukkan bahwa lingkar pinggang memiliki nilai *odds ratio* sebesar 0,94 dengan *interval kepercayaan* 95% sebesar 0,82–1,07 dan nilai p sebesar 0,359. Nilai *odds ratio* <1 mengindikasikan adanya kecenderungan hubungan berlawanan arah terhadap peningkatan kategori *HbA1c*. Namun, karena nilai $p > 0,05$ dan *interval kepercayaan* melintasi angka 1, maka keterkaitan tersebut tidak bermakna secara statistik. Temuan ini sejalan dengan hasil riset Indrawati dkk yang meneliti hubungan *HbA1c* dengan lingkar pinggang, rasio lingkar pinggang, tinggi badan, dan *IMT* pada remaja perempuan *overweight* dan *obesitas*. Riset tersebut menunjukkan bahwa lingkar pinggang tidak senantiasa memiliki keterkaitan bermakna dengan konsentrasi *HbA1c*, meskipun lingkar pinggang merupakan indikator *obesitas sentral* dan aspek pencetus metabolik. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi *HbA1c* dipengaruhi oleh aspek lain di luar parameter antropometri.⁴⁸

Secara teoretis, lingkar pinggang merupakan parameter antropometri yang menggambarkan akumulasi lemak *viseral* di dalam rongga abdomen. Lemak *viseral* memiliki aktivitas metabolik yang tinggi dan berperan memproduksi beragam *sitokin proinflamasi*, seperti *Tumor Necrosis Factor alfa* dan *Interleukin-6*, yang

mampu memicu terjadinya *resistensi insulin*. Kondisi *resistensi insulin* tersebut kemudian mengakibatkan peningkatan konsentrasi glukosa darah secara kronis yang tercermin melalui peningkatan konsentrasi *HbA1c*.³⁵ Dengan demikian, merujuk konsep *patofisiologi*, penambahan lingkaran pinggang seharusnya berkorelasi dengan peningkatan konsentrasi *HbA1c*. Riset oleh Sucitawati dkk melaporkan adanya keterkaitan bermakna antara *obesitas sentral* dan konsentrasi *HbA1c* pada penduduk berusia 30–50 tahun, di mana individu dengan lingkaran pinggang berlebih cenderung memiliki konsentrasi *HbA1c* yang lebih tinggi.¹⁴

Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh pemakaian terapi farmakologis, seperti preparat hipoglikemik oral maupun insulin yang bekerja secara aktif mengendalikan konsentrasi glukosa darah. Terapi yang diberikan bekerja secara langsung menurunkan konsentrasi glukosa darah tanpa disertai pengurangan lemak. Sehingga bisa dijumpai penderita dengan lingkaran pinggang tinggi namun tetap memiliki konsentrasi *HbA1c* yang terkontrol. Selain itu, aspek kebiasaan hidup seperti keaktifan fisik teratur serta pengaturan pola makan dengan *indeks glikemik* rendah mampu meningkatkan kepekaan insulin dan memperbaiki proses transpor glukosa ke dalam sel. Keadaan tersebut memungkinkan konsentrasi *HbA1c* tetap berada dalam rentang yang lebih baik tanpa harus disertai penurunan ukuran lingkaran pinggang terlebih dahulu.

Durasi seseorang menyandang *obesitas* juga memegang peranan krusial. Pada fase awal *obesitas sentral*, kapasitas fungsional sel beta pankreas kerap masih mampu melakukan kompensasi dengan meningkatkan produksi insulin guna mempertahankan kondisi *euglikemia*. Oleh sebab itu, lingkaran pinggang yang besar pada riset ini belum tentu bisa dijadikan prediktor tunggal terhadap peningkatan *HbA1c*.

Di samping itu, *HbA1c* merupakan parameter *glikemik* jangka panjang yang dipengaruhi oleh beragam aspek lain, seperti kondisi nutrisi, usia sel darah merah, serta aspek genetik yang tidak diukur dalam riset ini.⁴⁷

4.3.2 Hubungan IMT dan HbA1c

Hasil uji korelasi *Spearman* menunjukkan bahwa tidak ditemukan keterkaitan bermakna secara statistik antara *IMT* dan konsentrasi *HbA1c* ($r = 0,075$; $p = 0,611$). Nilai koefisien korelasi yang sangat lemah dengan arah positif mengindikasikan bahwa pertambahan *IMT* cenderung diiringi peningkatan konsentrasi *HbA1c*, namun keterkaitan tersebut tidak signifikan.

Pada analisis multivariat menggunakan *regresi ordinal*, *IMT* memiliki *odds ratio* sebesar 1,52 dengan *interval kepercayaan* 95% sebesar 0,48–4,82 dan nilai p sebesar 0,475. Nilai *odds ratio* >1 mengindikasikan adanya kecenderungan *IMT* sebagai aspek pencetus terhadap peningkatan kategori *HbA1c*. Akan tetapi, karena nilai $p > 0,05$ dan *interval kepercayaan* melintasi angka 1, maka *IMT* tidak bisa dinyatakan sebagai aspek pencetus bermakna secara statistik terhadap konsentrasi *HbA1c*.

Secara teoretis, peningkatan *IMT* berkorelasi dengan pertambahan jaringan *adiposa* yang mampu mengakibatkan *resistensi insulin* dan gangguan kendali *glikemik*. Beberapa riset menunjukkan adanya keterkaitan antara *IMT* dan konsentrasi *HbA1c*. Riset oleh Deng dkk melaporkan adanya hubungan antara *IMT* dan kendali *glikemik* pada penyandang *DM* tipe 2, di mana *IMT* yang lebih tinggi berkaitan dengan konsentrasi *HbA1c* yang lebih buruk.¹⁵ Hal ini berbeda dengan temuan dalam riset ini. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan karakteristik subjek riset, meliputi jumlah sampel, latar belakang demografis, serta pengelolaan penyakit. Riset dengan jumlah sampel yang lebih besar, seperti pada studi Deng, memiliki kekuatan statistik yang lebih tinggi sehingga keterkaitan antara *IMT* dan *HbA1c* lebih mudah terdeteksi.

Namun, temuan riset ini sejalan dengan beberapa studi sebelumnya yang dilakukan oleh Irawan ($p = 0,063$), Purwaningsih ($p = 0,447$) dan Suandy ($p = 0,987$) yang tidak menemukan keterkaitan bermakna antara *IMT* dan *HbA1c*. Hal ini menunjukkan konsistensi temuan bahwa pada beberapa populasi, *IMT* tidak senantiasa menjadi prediktor kuat konsentrasi *HbA1c*.

Tidak ditemukannya keterkaitan bermakna antara lingkar pinggang maupun *IMT* terhadap konsentrasi *HbA1c* dalam riset ini bisa disebabkan oleh beberapa

aspek pendukung. Pertama, *HbA1c* menggambarkan kendali *glikemik* jangka panjang (2–3 bulan) yang sangat dipengaruhi oleh kepatuhan pengobatan dan lama sakit. Penderita dengan status *obesitas* yang patuh terhadap terapi insulin atau preparat *antidiabetik* oral (*OAD*) cenderung memiliki konsentrasi *HbA1c* yang lebih baik dibandingkan penderita dengan *IMT* normal yang tidak patuh berobat.⁴⁹ Hal ini bisa mengakibatkan keterkaitan antara *IMT* dan *HbA1c* menjadi tidak bermakna secara statistik.

Kedua, keterbatasan parameter *IMT* yang tidak mampu membedakan komposisi antara massa otot (*lean body mass*) dan massa lemak tubuh secara spesifik. Meskipun pasien memiliki nilai *IMT* yang tinggi, hal tersebut tidak selalu mencerminkan tingginya akumulasi jaringan adiposa visceral yang pro-inflamasi. Sensitivitas insulin dan risiko metabolik lebih dipengaruhi oleh kualitas dan lokasi distribusi jaringan adiposa (seperti lemak ektopik dan viseral) daripada sekadar kuantitas berat badan total yang diukur melalui *IMT*.⁵⁰ Hal ini menjelaskan mengapa pasien dengan kategori *IMT* obesitas namun memiliki massa otot yang baik atau distribusi lemak perifer (subkutan) mungkin tetap memiliki kadar *HbA1c* yang lebih terkontrol dibandingkan pasien dengan *IMT* normal namun memiliki akumulasi lemak viseral yang tinggi (*normal-weight obesity*).

Ketiga, aktivitas fisik yang memengaruhi kontrol *glikemik* secara independen. Merujuk penelitian terbaru oleh McGee dan Hargreaves, aktivitas fisik merupakan stimulator utama bagi translokasi *glucose transporter type 4 (GLUT4)* ke membran sel otot rangka. Mekanisme ini sangat penting bagi pasien diabetes tipe 2 karena proses pemindahan *GLUT4* guna mengambil glukosa darah saat beraktivitas fisik tetap berjalan relatif normal, meskipun pasien mengalami kondisi resistensi insulin yang berat akibat obesitas. Peningkatan ekspresi protein *GLUT4* setelah melakukan aktivitas fisik memungkinkan otot guna menurunkan kadar glukosa darah secara langsung tanpa harus bergantung sepenuhnya pada sensitivitas insulin.⁵¹ Hal ini menjelaskan mengapa pasien dalam penelitian ini mungkin memiliki kadar *HbA1c* yang tetap terkontrol meskipun nilai *IMT* dan lingkar pinggangnya masih berada dalam kategori tinggi.

4.4 Keterbatasan

Temuan penelitian ini mungkin dipengaruhi oleh beberapa keterbatasan antara lain tidak dianalisisnya faktor lain seperti lama menderita DM, jenis dan kepatuhan penggunaan obat antidiabetes, pola diet, serta aktivitas fisik pasien.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Merujuk hasil penelitian dan pembahasan mengenai hubungan lingkaran pinggang dan indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan, bisa disimpulkan sebagai berikut:

1. Pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan paling banyak berjenis kelamin perempuan (60,4 %) dengan rata rata usia 58,6 tahun.
2. Status gizi pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan paling banyak merujuk IMT yaitu obesitas 1.
3. Sebagian besar pasien Diabetes Melitus tipe 2 di RSUD Haji Medan memiliki lingkaran pinggang di atas batas normal, yaitu pada laki-laki sebanyak 84,2% dan pada perempuan sebanyak 100%, yang menggambarkan tingginya kejadian obesitas sentral.
4. Pasien DM tipe 2 RSUD Haji Medan paling banyak memiliki kadar HbA1c yang tidak terkontrol dengan baik dengan rata rata 8,72%.
5. Tidak ada hubungan yang bermakna antara lingkaran pinggang dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan.
6. Tidak ada hubungan yang bermakna antara indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan.

5.2 Saran

Merujuk temuan penelitian ini, saran guna penelitian selanjutnya adalah melakukan studi dengan jumlah sampel yang lebih banyak dan menggunakan desain penelitian longitudinal. Selain itu, bisa memasukkan variabel lain yang berhubungan dengan pengendalian kadar HbA1c, seperti durasi penyakit, aktivitas fisik dan kepatuhan dan jenis terapi yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Care D, Suppl SS. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2024;47(January):S20-S42. doi:10.2337/dc24-S002
2. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas 11th Edition 2025*. 11th Editi. International Diabetes Federation; 2025. <https://www.diabetesatlas.org>
3. Hunt D, Hemmingsen B, Matzke A, et al. The WHO Global Diabetes Compact: a new initiative to support people living with diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2021;9(6):325-327. doi:10.1016/S2213-8587(21)00111-X
4. (PERKENI) PEI. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021. *Glob Initiat Asthma*. Published online 2021:119. www.ginasthma.org.
5. Indonesia KKR. Survei Kesehatan Indonesia 2023. Published online 2023:926.
6. Widiyarsari KR, Wijaya IMK, Suputra PA. Diabetes Melitus Tipe 2: Faktor Risiko, Diagnosis, Dan Tatalaksana. *Ganesha Med*. 2021;1(2):114. doi:10.23887/gm.v1i2.40006
7. Haryono DA, Arifin S, Shinta HE, Widodo T, Yuliani NNS. Hubungan obesitas dan aktivitas fisik dengan kejadian diabetes melitus tipe II pada usia > 40 tahun di wilayah kerja Puskesmas Bukit Hindu. *Barigas J Ris Mhs*. 2024;1(2):53-60. doi:10.37304/barigas.v1i2.7987
8. Klein S, Gastaldelli A, Yki-Järvinen H, Scherer PE. Why does obesity cause diabetes? *Cell Metab*. 2022;34(1):11-20. doi:10.1016/j.cmet.2021.12.012
9. Sartika F, Hestiani`` N. Kadar HbA1c pada Pasien Wanita Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di Rsud Dr. Doris Sylvanus Palangka Raya. *Borneo J Med Lab Technol*. 2019;2(1):97-100. doi:10.33084/bjmlt.v2i1.1086
10. Feng X, Wang J, Wu S, et al. Correlation analysis of anthropometric indices and type 2 diabetes mellitus in residents aged 60 years and older. *Front Public Heal*. 2023;11(March):1-10. doi:10.3389/fpubh.2023.1122509

11. Irawan QP, Utami KD, Reski S, Saraheni. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar HbA1c pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe II di Rumah Sakit Abdoel Wahab Sjahranie. *Formosa J Sci Technol*. 2022;1(5):459-468. doi:10.55927/fjst.v1i5.1220
12. Joel Rodriguez S. Hubungan Indeks Massa Tubuh (Imt) Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Prodia Kelapa Gading. *Husada Mahakam J Kesehat*. 2022;4(6):344.
13. Suandy S, Lumbantobing AN, Rohen R, Chairul M, Dewani Y, Tarigan SB. Indeks massa tubuh dan kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2. *J Prima Med Sains*. 2022;4(1):17-20. doi:10.34012/jpms.v4i1.2287
14. Sucitawati PD, Santhi DD, Subawa AN. Hubungan antara obesitas sentral dengan kadar Hba1c pada penduduk usia 30-50 tahun di Lingkungan Batusari Desa Bitera, Gianyar. *Intisari Sains Medis*. 2019;10(3):766-771. doi:10.15562/ism.v10i3.451
15. Deng L, Jia L, Wu X li, Cheng M. Association Between Body Mass Index and Glycemic Control in Type 2 Diabetes Mellitus : A Cross-Sectional Study. 2025;(February):555-563.
16. Sa'pang M. Hubungan Indeks Massa Tubuh (Imt) Dan Rasio Lingkar Pinggang Pinggul (Rlpp) Dengan Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe Ii Di Puskesmas Kebayoran Lama, Jakarta Selatan. *Univ Esa Unggul Jakarta Jalan Arjuna Utara*. 2018;10(1):11510.
17. Syaripudin A, Karningsih, Supardi A, Dahbul NA, Rondonuwu RHS. Diabetes Melitus and Lifestyle Patterns in Society: A Comprehensive Literature Review. *Int J Sci Soc*. 2023;5(3):310-322. doi:10.54783/ijssoc.v5i3.750
18. Faida AN, Santik YDP. Kejadian Diabetes Melitus Tipe I pada Usia 10-30 Tahun. *Higeia J Public Heal Res Dev*. 2020;4(1):33-42.
19. Elsayed NA, Aleppo G, Aroda VR, et al. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care*. 2023;46(January):S19-S40. doi:10.2337/dc23-S002
20. Lizzo JM, Goyal A G V. Adult Diabetic Ketoacidosis. In: *StatPearls*

- Publishing*. 10 Juli 2023; 2025.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560723/>
21. Dhatariya, K. Mustafa, O. Stathi D. Hyperglycemic Crises. In: Feingold, K. R.; Ahmed, S. F.; Anawalt B. et al., ed. *Endotext*. 10 Juni 2025 (Updated); 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279052/>
 22. Choudhury AA, Devi Rajeswari V. Gestational diabetes mellitus - A metabolic and reproductive disorder. *Biomed Pharmacother*. 2021;143:112183. doi:10.1016/j.biopha.2021.112183
 23. Association AD. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2025. *Diabetes Care*. 2025;48(January):S27-S49. doi:10.2337/dc25-S002
 24. Shawputri CA, Rohmah LA, Fauziyyah NA, Novenda W. Literature Review : Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe Ii Di Dunia. 2024;12:247-259.
 25. Malihah D, Emelia R. Pola Pengobatan Antidiabetes Terhadap Pasien Diabetes Melitus Tipe II Rawat Jalan di RSAU dr. M. Salamun. *J Delima Harapan*. 2022;9(1):83-95.
 26. Indarto I, Widiyanto A, Atmojo JT. Efektivitas Metformin dalam Penurunan Kadar Glukosa pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe-2: Meta-Analisis. *J Ilm Permas J Ilm STIKES Kendal*. 2023;13(2):621-630. doi:10.32583/pskm.v13i2.852
 27. Gupta S, Jha S, Rani S, Arora P, Kumar S. Medicinal Perspective of 2 , 4- Thiazolidinediones Derivatives : An Insight into Recent Advancements. 2024;202400147. doi:10.1002/open.202400147
 28. Nurfajriah siti, Inggraini Maulin INA. Identifikasi Molekuler Dan Uji Aktivitas Inhibitor Alfa Glukosidase Dari Bakteri Endofit Daun Afrika (*Vernonia amygdalina*). *Chim Nat Acta*. 2022;9(3):107-112. doi:10.24198/cna.v9.n3.36773
 29. Lukito JI. Antidiabetik Oral: Kombinasi Penghambat DPP-4 dan Penghambat SGLT-2. *Pus Inf Obat Nas*. 2021;48(12):692-695. <http://pionas.pom.go.id/ioni/bab-6-sistem-endokrin/61-diabetes/612-antidiabetik-oral>

30. Arini LA, Wijana IK. Korelasi Antara Body Mass Index (BMI) Dengan Blood Pressure (BP) Berdasarkan Ukuran Antropometri Pada Atlet. *J Kesehatan PERINTIS (Perintis's Heal Journal)*. 2020;7(1):32-40. doi:10.33653/jkp.v7i1.390
31. Okawa Y, Mitsuhashi T, Tsuda T. The Asia-Pacific Body Mass Index Classification and New-Onset Chronic Kidney Disease in Non-Diabetic Japanese Adults: A Community-Based Longitudinal Study from 1998 to 2023. *Biomedicines*. 2025;13(2):1-14. doi:10.3390/biomedicines13020373
32. Chandrasekaran P, Weiskirchen R. The Role of Obesity in Type 2 Diabetes Mellitus—An Overview. *Int J Mol Sci*. 2024;25(3). doi:10.3390/ijms25031882
33. Harbuwono DS, Tahapary DL, Edi Tarigan TJ, Yunir E. New proposed cut-off of waist circumference for central obesity as risk factor for diabetes mellitus: Evidence from the Indonesian Basic National Health Survey. *PLoS One*. 2020;15(11 November):1-12. doi:10.1371/journal.pone.0242417
34. Frisca F, Karjadidjaja I, Santoso AH. Prevalensi Obesitas Sentral Berdasarkan Lingkar Pinggang Pada Pengemudi Bus Antar Kota. *J Muara Sains, Teknol Kedokt dan Ilmu Kesehat*. 2020;3(2):231. doi:10.24912/jmstkik.v3i2.3911
35. Sofiyah F, Putriningtyas ND. Hubungan Pola Makan, Konsumsi Serat, Dan Lingkar Pinggang Dengan Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 Pada Wanita Pralansia Dan Lansia Di Puskesmas Bandarharjo Kota Semarang. *J Nutr Coll*. 2025;14(2):171-180. doi:10.14710/jnc.v14i2.44440
36. Mulya Harahap RI, Rostini T, Suraya N. Pemeriksaan Laboratorium pada Hemoglobin Terглиkasi (HbA1C): Review Standarisasi dan Implementasi Klinis. *Action Res Lit*. 2024;8(6):1-10. doi:10.46799/ar1.v8i6.409
37. Kaiafa G, Veneti S, Polychronopoulos G, et al. Is HbA1c an ideal biomarker of well-controlled diabetes? *Postgrad Med J*. 2021;97(1148):380-383. doi:10.1136/postgradmedj-2020-138756
38. Septian F, Fadhil A, A SN, Hanafi AS. Profil HBA1C pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II di Rumah Sehat Baznas Jakarta Tahun 2021. 2024;9(2):76-

- 81.
39. de Moura SS, de Menezes-Júnior LAA, Rocha AMS, et al. High Levels of Glycated Hemoglobin (HbA1c) Are Associated with Physical Inactivity, and Part of This Association Is Mediated by Being Overweight. *Nutrients*. 2023;15(5). doi:10.3390/nu15051191
40. Hidayat MS, Dewi YR. PLENARY HEALTH: JURNAL KESEHATAN PARIPURNA Volume 1 Issue 3 2024 Page 297-301 Identifikasi Human Papilloma Virus Pada Wanita. 2024;1(3):297-301.
41. Deepthi DM, Vaikkakara S, Patil A, et al. Effect of correction of hyperthyroidism with anti-thyroid drugs on the glycated hemoglobin in non-diabetic patients with primary hyperthyroidism. *Int J Endocrinol Metab*. 2021;19(1):1-6. doi:10.5812/IJEM.105751
42. Chrissanti A, Novitasari D, Triana NY. Korelasi HbA1c Dengan Hemoglobin Dan Laju Filtrasi Glomerulus Pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Komplikasi Gagal Ginjal Kronik Di Banjarnegara. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*. 2022;17(2):215-221. doi:10.36086/jpp.v17i2.1379
43. Chao G, Zhu Y, Chen L. Role and Risk Factors of Glycosylated Hemoglobin Levels in Early Disease Screening. *J Diabetes Res*. 2021;2021. doi:10.1155/2021/6626587
44. Brannan. SJWGD. Correlation (Coefficient, Partial, and Spearman Rank) and Regression Analysis. 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/books/NBK606101/>
45. American Diabetes Association. 6 . Glycemic Goals and Hypoglycemia : Standards of Care in Diabetes — 2024. *Diabetes Care*. 2024;47(Supplement_1):111-125.
46. Zhu M, Liu X, Liu W, Lu Y, Cheng J, Chen Y. β cell aging and age-related diabetes. *Trends Endocrinol Metab*. 2021;13(5):7691-7706. doi:<https://doi.org/10.18632/aging.202593>
47. Permatasari TA. Literature Review : Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kadar HbA1c Pada Penderita Diabetes Mellitus. *J Kesehatan TAMBUSAI*. 2025;6(September):11610-11616.

48. Indrawati febry dwi, Moelyo annang giri, Soebayo B. Hubungan HbA1c dengan Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang- Tinggi Badan, Indeks Massa Tubuh, dan Lingkar Lengan Atas pada Remaja Perempuan. *Sari Pediatr.* 2019;21(3).
49. American Diabetes Association. 9 . Pharmacologic Approaches to Glycemic Treatment: Standards of Care in Diabetes — 2024. *Diabetes Care.* 2024;47(Supplement_1):158-178. doi:<https://doi.org/10.2337/dc24-S009> American
50. Zierle-Ghosh A, Jan A. Physiology, Body Mass Index. In: StatPearls Publishing; 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535456/>
51. Mcgee SL, Hargreaves M. Free Radical Biology and Medicine Exercise performance and health: Role of GLUT4 ☆. *Free Radic Biol Med.* 2024;224(September):479-483. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2024.09.004

LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar penjelasan kepada pasien

LEMBAR PENJELASAN KEPADA CALON RESPONDEN PENELITIAN

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Saya Sukma Febriani, mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saat ini saya sedang melakukan penelitian dengan judul **“Hubungan Lingkar Pinggang dan Indeks Massa Tubuh dengan Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Haji Medan.”**

Penelitian ini akan dilakukan dengan metode pengumpulan data melalui pengukuran berat badan, tinggi badan, dan lingkar pinggang, serta pencatatan hasil pemeriksaan laboratorium HbA1c dari rekam medis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara lingkar pinggang dan indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2.

Partisipasi dalam penelitian ini bersifat sukarela tanpa adanya paksaan. Semua data yang diperoleh akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian. Untuk penelitian ini Bapak/ibu tidak dikenakan biaya apapun, apabila membutuhkan penjelasan maka dapat menghubungi saya:

Nama : sukma febriani
Alamat : Jl. Karya Bakti No. 29, Teladan Barat
Email : sukmafebriani687@gmail.com
No.HP : 082210961365

Partisipasi Bapak/Ibu dalam penelitian ini sangat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang kedokteran terkait pengendalian diabetes melitus. Setelah memahami penjelasan mengenai penelitian ini, diharapkan Bapak/Ibu bersedia mengisi lembar persetujuan yang telah disiapkan. Saya mengucapkan terima kasih atas partisipasi dan kerjasamanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Medan, november 2025
peneliti

Sukma Febriani

Lampiran 2 Informed Consent

LEMBAR CONSENT

SURAT PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Responden :

Umur :

Pekerjaan :

Alamat :

Menyatakan bersedia menjadi subyek (responden) dalam penelitian dari :

Nama: Sukma Febriani

NPM: 2208260136

Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan penelitian di atas dan telah diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum saya mengerti serta sudah mendapatkan jawaban dari peneliti. Saya memahami bahwa prosedur pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengukuran berat badan, tinggi badan, lingkar pinggang, serta pencatatan hasil pemeriksaan HbA1c dari rekam medis, dan prosedur tersebut tidak menimbulkan efek samping apapun.

Oleh karena itu, saya bersedia secara sukarela untuk menjadi responden penelitian dengan penuh kesadaran serta tanpa keterpaksaan dari siapapun. Saya juga memahami bahwa saya berhak menolak ikut serta atau mengundurkan diri dari penelitian ini tanpa kehilangan hak untuk mendapatkan pelayanan kesehatan.

Saya percaya bahwa keamanan dan kerahasiaan data pribadi saya akan terjamin, serta menyetujui bahwa data yang dihasilkan dari penelitian ini dapat disajikan dalam bentuk lisan maupun tulisan untuk kepentingan ilmiah.

Medan,

2025

(.....)

Lampiran 3 Ethical clearance



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
 HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
 FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
 FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
"ETHICAL APPROVAL"
 No : 1660/KEPK/FKUMSU/2025

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
 The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : Sukma Febriani
 Principal in investigator

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
 Name of the Institution Faculty of Medicine University of Muhammadiyah Sumatera Utara

Dengan Judul
 Title

**"HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG DAN INDEKS MASSA TUBUH DENGAN KADAR HbA1c PADA PASIEN DIABETES MELITUS
 TPE 2 DI RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN"**

**"THE RELATIONSHIP BETWEEN WAIST CIRCUMFERENCE AND BODY MASS INDEX WITH HbA1c LEVELS IN PATIENTS
 WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AT HAJI GENERAL HOSPITAL MEDAN"**

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah
 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator
 setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable
 Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016
 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 22 September 2025 sampai dengan tanggal 22 September 2026
 The declaration of ethics applies during the periode September 22, 2025 until September 22, 2026



Medan, 22 September 2025
 Ketua
 Ketua Prof. Dr. Nurfadly, MKT

Lampiran 4 Surat izin penelitian



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya
Bila menjawat surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Pp/PT/III/2024

Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488

<https://fk.umsu.ac.id> fk@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

Nomor : 1718 /II.3.AU/UMSU-08/F/2025

Lamp. : -

Hal : **Mohon Izin Penelitian**

Medan, 14 Rabiul Akhir 1447 H

06 Oktober 2025 M

Kepada : Yth. **Direktur RSU Haji Medan**
di
Tempat _____

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Sukma Febriani
NPM : 2208260136
Semester : VII (Tujuh)
Fakultas : Kedokteran
Jurusan : Pendidikan Dokter

Judul : Hubungan Lingkar Pinggang **Dan** Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit **Umum** Haji Medan

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas **kerjasama** yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb





dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THTBKL, Sub.sp. Rino(K)
NIDN : 0106098201

Tembusan :

1. Wakil Rektor I UMSU
2. Ketua Skripsi FK UMSU
3. Peringgal



Dipindai dengan CamScanner





Lampiran 5 Surat persetujuan rumah sakit

BAGIAN PENGEMBANGAN SDM RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN

Medan, 22 Oktober 2025

Nomor : 357/P/PSDM/RSUHM/X/2025
Lamp : --
Hal : Izin Penelitian

Kepada Yth,
Ka. Instalasi Rawat Jalan
Ka. Instalasi Rekam Medis
di,-
Tempat

Assalamu'alaikum wr. wb.

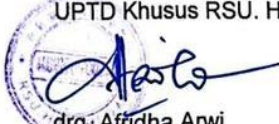
Bersama ini kami kirimkan mahasiswa/i Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara :

No	Nama	NIM	Judul
1.	Sukma Febriani	2208260136	Hubungan Lingkar Pinggang dan Indeks Massa Tubuh dengan Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Haji Medan

Untuk melaksanakan Izin Pengantar Riset/Penelitian/Observasi di bagian yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian disampaikan, atas kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

Wassalam,
Bagian Pengembangan SDM
UPTD Khusus RSU. Haji Medan


drg. Afridha Arwi
NIP. 19770403 200604 2 012

Nb. ~~Poli Endokrin~~

Lampiran 6 Surat Izin Poli Endokrin

FORMULIR PENGUMPULAN DATA SKRIPSI

Judul skripsi: "HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG DAN INDEKS MASSA TUBUH DENGAN KADAR HbA1c PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN"

Identitas Peneliti

Nama: sukma febriani

NPM: 2208260136

Program Studi: Pendidikan Dokter

Universitas: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

1. Data berat badan, tinggi badan, dan lingkaran pinggang pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang berobat di Poli Endokrin RSUD Haji Medan, diukur secara langsung oleh peneliti setelah pasien menyetujui dan menandatangani lembar persetujuan.

Kriteria Inklusi

- Pasien yang telah didiagnosis Diabetes Melitus Tipe 2 oleh dokter dan berobat di Poli Endokrin RSUD Haji Medan.
- Pasien yang memiliki hasil pemeriksaan HbA1c di rekam medis.
- Pasien yang bersedia dilakukan pengukuran berat badan, tinggi badan, dan lingkaran pinggang serta menandatangani lembar persetujuan.

Kriteria Eksklusi

- Pasien yang menolak atau tidak bersedia mengikuti pengukuran antropometri.
- Pasien diabetes melitus yang memiliki Penyakit lain yang bisa mempengaruhi IMT dan lingkaran pinggang seperti gagal ginjal, sirosis hepatitis, *Cushing syndrome*, kanker.
- Pasien dengan Penyakit yang bisa mempengaruhi kadar HbA1c seperti, anemia, thalassemia, gangguan tiroid.

Medan, 27 oktober 2025
Ka. Instalasi Rawat Jalan



dr. Dini Purwanti
Pembina Tk. I, IVb
NIP. 197508102008012027

Lampiran 7 Surat izin rekam medis

FORMULIR PENGUMPULAN DATA SKRIPSI

Judul skripsi: "HUBUNGAN LINGKAR PINGGANG DAN INDEKS MASSA TUBUH DENGAN KADAR HbA1c PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN"

Identitas Peneliti

Nama: sukma febriani

NPM: 2208260136

Program Studi: Pendidikan Dokter

Universitas: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

1. Data hasil pemeriksaan HbA1c pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang berobat di Poli Endokrin RSUD Haji Medan, baik pasien lama maupun pasien yang masih aktif kontrol, sesuai ketersediaan data di rekam medis rumah sakit.

Kriteria Inklusi

- Pasien yang telah didiagnosis Diabetes Melitus Tipe 2 oleh dokter dan berobat di Poli Endokrin RSUD Haji Medan.
- Pasien yang memiliki hasil pemeriksaan HbA1c di rekam medis.
- Pasien yang bersedia dilakukan pengukuran berat badan, tinggi badan, dan lingkaran pinggang serta menandatangani lembar persetujuan (informed consent).

Kriteria Eksklusi

- Pasien dengan data HbA1c tidak lengkap di rekam medis.
- Pasien diabetes melitus yang memiliki Penyakit lain yang bisa mempengaruhi IMT dan lingkaran pinggang seperti gagal ginjal, sirosis hepatitis, *Cushing syndrome*, kanker,
- Penyakit lain yang bisa mempengaruhi kadar HbA1c seperti, anemia, thalassemia, gangguan tiroid.

Medan, 27 oktober 2025
Kepala Instalasi Rekam Medik



(Desi. A. RMIK)

Lampiran 8 Surat selesai penelitian



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA UTARA
UPTD KHUSUS
RUMAH SAKIT UMUM HAJI MEDAN

Jalan Rumah Sakit H. Nomor 47, Deli Serdang, Kode Pos 20371
 Telepon (061) 6619520
 Email : rs Hajimedan@gmail.com, Website : <https://rs Hajimedan.sumutprov.go.id/>

Medan, 22 Desember 2025

Nomor : 189/PSDM/RSUHM/XII/2025
 Lamp : --
 Hal : Selesai Penelitian

Kepada Yth :
 Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
 di,-
 Tempat

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan bahwa yang bernama dibawah ini:

No	Nama	NIM	Judul Penelitian
1.	Sukma Febriani	2208260136	Hubungan Lingkar Pinggang dan Indeks Massa Tubuh dengan Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Umum Haji Medan

Telah selesai melaksanakan penelitian di UPTD Khusus RSU Haji Medan sesuai surat permohonan surat/nota dinas dari Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor: 1718/II.3.AU/UMSU-08/F/2025 tanggal 06 Oktober 2025 perihal Mohon Izin Penelitian.

Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih.



SR. SURIANI PURNAMA WATI, S. Si, Apt, M. Kes
 PEMBINA MUDA, IV/c
 NIP. 196712011997032001

Lampiran 9 Data Statistik SPSS

Statistics				
		lingkarpinggang	IMT	HbA1c
N	Valid	48	48	48
	Missing	0	0	0
Mean		94.44	3.92	2.81
Median		95.00	4.00	3.00
Mode		96	4	3
Sum		4533	188	135

lingkarpinggang					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	76	1	2.1	2.1	2.1
	81	1	2.1	2.1	4.2
	82	1	2.1	2.1	6.3
	84	2	4.2	4.2	10.4
	85	2	4.2	4.2	14.6
	86	2	4.2	4.2	18.8
	87	1	2.1	2.1	20.8
	88	1	2.1	2.1	22.9
	89	2	4.2	4.2	27.1
	90	3	6.3	6.3	33.3
	92	2	4.2	4.2	37.5
	93	4	8.3	8.3	45.8
	94	1	2.1	2.1	47.9
	95	2	4.2	4.2	52.1
	96	5	10.4	10.4	62.5
	97	1	2.1	2.1	64.6
	98	3	6.3	6.3	70.8
	99	2	4.2	4.2	75.0
	100	3	6.3	6.3	81.3
	102	1	2.1	2.1	83.3
	103	4	8.3	8.3	91.7
	105	1	2.1	2.1	93.8
	106	1	2.1	2.1	95.8
	113	1	2.1	2.1	97.9
	114	1	2.1	2.1	100.0
Total		48	100.0	100.0	

IMT					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	6	12.5	12.5	12.5
	over	5	10.4	10.4	22.9
	obes1	24	50.0	50.0	72.9
	obes2	13	27.1	27.1	100.0
	Total	48	100.0	100.0	

HbA1c					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	normal	3	6.3	6.3	6.3
	prediabet	3	6.3	6.3	12.5
	diabet	42	87.5	87.5	100.0
	Total	48	100.0	100.0	

Correlations

		lingkarpingga ng	HbA1c
Spearman's rho	lingkarpinggang	Correlation Coefficient	1.000
		Significance (2-tailed)	.
		N	48
	HbA1c	Correlation Coefficient	-.141
		Significance (2-tailed)	.339
		N	48

Correlations

		HbA1c	IMT
Spearman's rho	HbA1c	Correlation Coefficient	1.000
		Significance (2-tailed)	.
		N	48
	IMT	Correlation Coefficient	.075
		Significance (2-tailed)	.611
		N	48

Parameter Estimates

		B Estimate	Standard Error	Wald	degrees of freedom	PAR significance	95% Confidence Interval	
Threshold							Lower Bound	Upper Bound
[HbA1c = 1]		-7.107	5.523	1.655	1	.198	-17.932	3.719
	[HbA1c = 2]	-6.330	5.496	1.326	1	.249	-17.102	4.442
Location	lingkarpinggang	-.063	.069	.842	1	.359	-.198	.072
	IMT	.420	.588	.511	1	.475	-.732	1.573

Link logit used ...

1	kode pasien	usia	jenis kelamin	Tanggal Pemeriksaan Antropometri	BB	TB	IMT	LP	Tanggal hbA1c	hbA1c	imt 2
2	DM-1	40	PR	6/11/2025	63	150	28	84	7/8/2025	6.2	28,0
3	DM-2	68	PR	6/11/2025	51	157	20.6905	85	6/11/2025	6.6	20,7
4	DM-3	52	PR	6/11/2025	67	158	26.8386	90	6/11/2025	7.6	26,8
5	DM-4	61	LK	6/11/2025	71	164	26.398	96	4/9/2025	8	26,4
6	DM-5	53	LK	6/11/2025	53	163	19.9481	76	6/11/2025	12.1	19,9
7	DM-6	37	PR	6/11/2025	73	151	32.0161	89	6/11/2025	9.3	32,0
8	DM-7	34	PR	6/11/2025	60	158	24.0346	89	15/9/2025	9.2	24,0
9	DM-8	71	LK	6/11/2025	57	157	23.1247	87	3/8/2025	8.5	23,1
10	DM-9	47	PR	6/11/2025	80	149	36.0344	103	6/11/2025	9.2	36,0
11	DM-10	66	PR	17/11/2025	68	146	31.9009	98	21/8/2025	7.2	31,9
12	DM-11	54	LK	17/11/2025	89	170	30.7958	103	8/9/2025	7.2	30,8
13	DM-12	70	PR	17/11/2025	63	149	28.3771	90	7/7/2025	11.9	28,3
14	DM-13	64	PR	17/11/2025	54	140	27.551	93	4/9/2025	6.6	27,6
15	DM-14	46	PR	17/11/2025	65	155	27.0552	86	7/10/2025	9.9	27,1
16	DM-15	65	PR	18/11/2025	82	158	32.8473	97	13/10/2025	4.7	32,8
17	DM-16	55	PR	18/11/2025	72	151	31.5776	96	16/10/2025	9.3	31,6
18	DM-17	55	PR	18/11/2025	66	160	25.7813	94	14/10/2025	11.3	25,8
19	DM-18	56	PR	18/11/2025	61	148	27.8488	86	18/11/2025	9	27,9
20	DM-19	67	LK	18/11/2025	67	168	23.7387	103	9/10/2025	6	23,7
21	DM-20	69	LK	18/11/2025	95	165	34.8944	113	18/11/2025	8.8	34,9
22	DM-21	65	LK	18/11/2025	80	155	33.2986	95	9/10/2025	11.3	33,3
23	DM-22	53	LK	18/11/2025	74	163	27.852	105	16/10/2025	7	27,8
24	DM-23	55	PR	20/11/2025	51	155	21.2279	81	8/9/2025	12.1	21,2
25	DM-24	69	LK	20/11/2025	66	159	26.1066	93	7/10/2025	7.5	26,1

26	DM-25	61	PR	20/11/2025	66	157	26.7759	92	7/8/2025	8	26,8
27	DM-26	61	LK	20/11/2025	73	160	28.5156	93	20/10/2025	6.6	28,5
28	DM-27	61	LK	20/11/2025	70	160	27.3438	102	20/11/2025	13.5	27,3
29	DM-28	71	PR	20/11/2025	73	152	31.5963	106	16/9/2025	8.7	31,6
30	DM-29	65	PR	20/11/2025	68	158	27.2392	99	14/8/2025	7.6	27,2
31	DM-30	56	PR	25/11/2025	72	156	29.5858	95	13/10/2025	10.8	29,6
32	DM-31	58	PR	25/11/2025	66	153	28.1943	93	18/9/2025	10.7	28,2
33	DM-32	55	LK	25/11/2025	83	180	25.6173	98	16/10/2025	8	25,6
34	DM-33	62	PR	25/11/2025	60	154	25.2994	92	3/11/2025	11.1	25,3
35	DM-34	78	LK	25/11/2025	72	157	29.2101	98	22/9/2025	6.2	29,2
36	DM-35	63	PR	24/11/2025	75	153	32.039	100	23/10/2025	7.9	32,0
37	DM-36	51	LK	24/11/2025	65	170	22.4913	96	11/9/2025	8.6	22,5
38	DM-37	56	PR	24/11/2025	71	154	29.9376	100	17/9/2025	5.5	29,9
39	DM-38	66	PR	24/11/2025	66	155	27.4714	99	9/9/2025	11	27,5
40	DM-39	62	LK	24/11/2025	70	160	27.3438	100	24/11/2025	10.5	27,3
41	DM-40	58	PR	1/12/2025	55	158	22.0317	85	1/12/2025	10.5	22,0
42	DM-41	68	LK	1/12/2025	64	165	23.5078	96	1/12/2025	4.6	23,5
43	DM-42	44	PR	1/12/2025	79	160	30.8594	90	21/10/2025	11.1	30,9
44	DM-43	56	LK	1/12/2025	88	166	31.935	114	1/12/2025	9	31,9
45	DM-44	67	LK	1/12/2025	62	161	23.9188	84	1/12/2025	7	23,9
46	DM-45	59	LK	1/12/2025	72	164	26.7698	96	1/12/2025	10.2	26,8
47	DM-46	55	PR	1/12/2025	75	150	33.3333	103	1/12/2025	11.2	33,3
48	DM-47	59	PR	6/11/2025	53	156	21.7784	82	7/8/2025	7.2	21,8
49	DM-48	51	PR	6/11/2025	71	160	27.7344	88	19/8/2025	6.7	27,7

lampiran 10 Dokumentasi kegiatan



Lampiran 11 Artikel penelitian

Hubungan Lingkar Pinggang Dan Indeks Massa Tubuh Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Rumah Sakit Umum Haji Medan

The Relationship Between Waist Circumference and Body Mass Index with HbA1c Levels in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus at Haji General Hospital Medan

Sukma Febriaiani¹, Ismatul Fauziah Rambe², Shahrul Rahman³, Ren Astrid Al Lail
Siregar⁴

¹*Faculty of Medicine*, ¹²³⁴Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Ismatul Fauziah Rambe. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Gedung Arca No. 53, Medan 20217, Indonesia Email: ismatulfauziah@umsu.ac.id

ABSTRAK

Pendahuluan: Diabetes Melitus (DM) tipe 2 merupakan gangguan metabolik kompleks yang melibatkan disfungsi multipel organ yang dikenal sebagai *egregious eleven*, meliputi pankreas, hati, otot rangka, jaringan adiposa, saluran cerna, ginjal, otak, sistem saraf, lambung, usus, dan sistem imun yang berkontribusi terhadap terjadinya hiperglikemia kronik. Obesitas, baik secara umum yang diukur melalui Indeks Massa Tubuh (IMT) maupun secara sentral yang diukur melalui lingkar pinggang (LP), diduga berperan dalam memperburuk kontrol glikemik yang tercermin dari kadar Hemoglobin A1c (HbA1c). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara lingkar pinggang dan IMT dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSU Haji Medan. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional* pada 48 pasien DM tipe 2 yang memenuhi kriteria inklusi. Pengukuran IMT dilakukan menggunakan timbangan dan stadiometer, sedangkan lingkar pinggang diukur dengan meteran fleksibel. Kadar HbA1c diperoleh dari rekam medis pasien. Analisis bivariat menggunakan uji korelasi Spearman, sedangkan analisis multivariat menggunakan regresi logistik ordinal. **Hasil:** Tidak terdapat hubungan signifikan antara lingkar pinggang dengan HbA1c ($r = -0,141$; $p = 0,339$) maupun antara IMT dengan HbA1c ($r = 0,075$; $p = 0,611$). Analisis multivariat menunjukkan bahwa IMT dan lingkar pinggang secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap kategori HbA1c ($p > 0,05$). **Kesimpulan:** Indeks Massa Tubuh dan lingkar pinggang tidak memiliki hubungan signifikan dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2. Kontrol glikemik pada DM tipe 2 dipengaruhi oleh mekanisme patofisiologis yang kompleks yang melibatkan berbagai organ, sehingga tidak hanya bergantung pada parameter obesitas.

Kata kunci: Diabetes Melitus tipe 2, Indeks Massa Tubuh, Lingkar Pinggang, HbA1c, Kontrol glikemik

ABSTRACT

Background: Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM) is a complex metabolic disorder involving multiple organ dysfunctions known as the egregious eleven, including the pancreas, liver, skeletal muscle, adipose tissue, gastrointestinal tract, kidneys, brain, nervous system, stomach, intestines, and immune system, all contributing to chronic hyperglycemia. Obesity, measured generally by Body Mass Index (BMI) and centrally by waist circumference (WC), is presumed to worsen glycemic control as reflected by Hemoglobin A1c (HbA1c) levels. This study aimed to determine the relationship between waist circumference, BMI, and HbA1c levels in patients with T2DM at RSU Haji Medan.

Methods: This study employed an observational analytic design with a cross-sectional approach involving 48 T2DM patients who met the inclusion criteria. BMI was measured using a scale and stadiometer, while waist circumference was measured using a flexible measuring tape. HbA1c levels were obtained from patients' medical records. Bivariate analysis was conducted using Spearman correlation test, and multivariate analysis was performed using ordinal logistic regression.

Results: There was no significant relationship between waist circumference and HbA1c ($r = -0.141$; $p = 0.339$), nor between BMI and HbA1c ($r = 0.075$; $p = 0.611$). Multivariate analysis also showed that BMI and waist circumference simultaneously had no significant effect on HbA1c categories ($p > 0.05$).

Conclusion: BMI and waist circumference were not significantly associated with HbA1c levels in patients with T2DM. Glycemic control in T2DM is influenced by complex pathophysiological mechanisms involving multiple organs and is not solely dependent on obesity parameters.

Keywords: Type 2 Diabetes Mellitus, Body Mass Index, Waist Circumference, HbA1c, Glycemic Control.

1. PENDAHULUAN

Sebagai kondisi metabolik kronis, *Diabetes Melitus* mengganggu kemampuan tubuh dalam memproses karbohidrat, mengakibatkan pemanfaatan glukosa sebagai bahan bakar sel menjadi tidak optimal. Proses pembentukan glukosa baru melalui jalur *gluconeogenesis* berlangsung secara berlebihan, sementara penguraian glikogen mengalami gangguan, sehingga konsentrasi gula dalam darah mengalami peningkatan.¹

Data dari *IDF* menunjukkan tren kenaikan angka penderita diabetes secara konsisten, baik pada skala dunia maupun kawasan. Tercatat sekitar 588,7 juta orang berusia 20–79 tahun menyandang diabetes secara global pada 2024, dan angka tersebut diprediksi melonjak sekitar 45% hingga menyentuh 852,5 juta jiwa di tahun 2050. Kawasan Asia Tenggara diperkirakan mencatatkan sekitar 106,9 juta kasus pada 2024, dengan prediksi lonjakan sekitar 73% menjadi 184,5 juta di tahun 2050. Secara global, Indonesia menempati peringkat kelima dengan perkiraan 20,4 juta penyandang diabetes pada 2024, yang diprediksi bertambah hingga 28,6 juta pada 2050.² Laporan *WHO* menyebutkan bahwa penyandang

diabetes di kalangan orang dewasa seluruh dunia telah melampaui angka 800 juta.³ Merujuk pada data *BPS* tahun 2003, populasi penduduk Indonesia di atas 20 tahun diestimasikan mencapai 133 juta jiwa. Dengan memperhitungkan laju pertumbuhan demografis, jumlah penduduk dewasa diproyeksikan naik hingga 194 juta pada 2030, dan seiring bertambahnya populasi ini, angka prevalensi *Diabetes Melitus* secara nasional diprediksi meningkat hingga 8,5%.⁴ Merujuk *SKI* 2023, prevalensi *Diabetes Melitus* di Provinsi Sumatera Utara berada pada kisaran 1,4% dari keseluruhan jumlah penduduk.⁵

Risiko terkena *diabetes mellitus* tipe 2 dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, yakni yang bersifat tetap dan yang bisa diubah. Kelompok pertama mencakup riwayat diabetes dalam keluarga serta pertambahan usia.⁶ Adapun kelompok kedua umumnya berkaitan dengan pola hidup sehari-hari, seperti minimnya kegiatan fisik, kondisi hipertensi, gangguan profil lipid (*dislipidemia*), kebiasaan makan yang buruk, konsumsi rokok, serta riwayat gangguan toleransi glukosa dan kegemukan berlebih.⁷ Obesitas ditandai oleh penimbunan lemak secara berlebihan

pada berbagai jaringan, termasuk otot dan hati, yang menghambat masuknya glukosa ke dalam sel serta melemahkan fungsi insulin, sehingga memicu terjadinya resistensi insulin. Keadaan ini bisa mendorong peningkatan konsentrasi glukosa darah, yang pada akhirnya berdampak pada kadar *HbA1c* sebagai indikator kendali glikemik.⁸

Tes *HbA1c* menghitung proporsi *hemoglobin* di dalam sel darah merah yang telah terikat molekul glukosa, sehingga mampu merepresentasikan nilai rata-rata gula darah dalam kurun waktu 2–3 bulan sebelumnya, selaras dengan siklus kehidupan eritrosit yang berlangsung sekitar 120 hari. Tingginya angka *HbA1c* mengisyaratkan bahwa pengontrolan gula darah belum optimal dan dapat memperbesar kemungkinan munculnya komplikasi *diabetes*, baik pada pembuluh darah berukuran besar (*makrovaskular*) maupun berukuran kecil (*mikrovaskular*).⁹

Individu dengan obesitas umumnya mengalami penumpukan lemak di sekitar perut, yang dikenal sebagai obesitas sentral. Akumulasi lemak *viseral* ini secara fisiologis berhubungan erat dengan resistensi insulin dan meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan toleransi glukosa. Oleh karena

itu, evaluasi parameter antropometri seperti *IMT*, Lingkar Pinggang, *RLPTB*, dan *LiLA* memiliki peran penting dalam mendeteksi potensi peningkatan risiko *diabetes mellitus* tipe 2. Metode pengukuran lingkar pinggang dan *IMT* merupakan cara praktis serta *non-invasif* guna menilai risiko metabolik pada penyandang *diabetes*. Pemahaman mengenai keterkaitan kedua parameter tersebut dengan kendali glukosa darah yang tercermin melalui kadar *HbA1c* juga sangat krusial.¹⁰

Berbagai kajian sebelumnya yang menelaah hubungan antara *IMT*, ukuran lingkar pinggang, serta nilai *HbA1c* pada penyandang *DM* tipe 2 memperlihatkan kesimpulan yang bervariasi. Irawan dkk. (2022) melaporkan bahwa kaitan antara *IMT* dan nilai *HbA1c* pada penyandang *DM* tipe 2 tidak memiliki signifikansi statistik ($p = 0,063$).¹¹ Temuan serupa dikemukakan Purwaningsih (2022), yang menunjukkan ketiadaan korelasi bermakna antara *IMT* dan nilai *HbA1c* ($p = 0,447$).¹² Kajian Suandy dkk. (2022) juga tidak berhasil mengidentifikasi adanya korelasi signifikan antara *IMT* dan nilai *HbA1c* ($p = 0,987$).¹³

Di sisi lain, riset Sucitawati dkk. (2019) yang menelaah kaitan *obesitas*

sentral terhadap nilai *HbA1c* pada warga berusia 30–50 tahun di Lingkungan Batusari, Desa Bitera, Gianyar, mampu membuktikan adanya korelasi bermakna antara *obesitas sentral* dan nilai *HbA1c* ($p < 0,05$).¹⁴ Riset tersebut memperlihatkan bahwa *obesitas sentral*, yang dinilai lewat pengukuran lingkaran pinggang, memainkan peran penting dalam menaikkan nilai *HbA1c* serta dapat difungsikan sebagai penanda risiko buruknya pengontrolan gula darah pada penyandang DM tipe 2. Kesimpulan senada dipaparkan oleh Deng dkk. (2025), yang mengidentifikasi kaitan bermakna antara *IMT* dan pengontrolan *glikemik* pada penyandang DM tipe 2, dengan korelasi positif sebesar $r = 0,45$ dan $p < 0,001$.¹⁵ Di samping itu, Sa'pang (2018) juga melaporkan adanya keterkaitan antara *IMT* dan kadar glukosa darah puasa.¹⁶

Temuan-temuan riset mengenai pengaruh lingkaran pinggang dan *IMT* terhadap kadar *HbA1c* menunjukkan hasil yang tidak konsisten. Keberagaman hasil ini mendorong peneliti guna mengkaji lebih mendalam keterkaitan antara lingkaran pinggang, *IMT*, dan kadar hemoglobin terglikasi (*HbA1c*) pada penyandang *diabetes mellitus*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian Penelitian ini merupakan suatu penelitian analitik, menggunakan desain *cross-sectional*, bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara lingkaran pinggang (LP) dan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan kadar Hemoglobin A1c (*HbA1c*) pada pasien Diabetes Melitus tipe 2.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan november hingga desember 2025 dan dilaksanakan di lingkungan Poli Endokrin Rumah Sakit Umum Haji Medan

Populasi penelitian adalah pasien DM tipe 2 yang berobat di RSUD Haji Medan yang berjumlah 48 orang. Pengambilan sampel pada Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *consecutive sampling*, yang artinya adalah teknik pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu. Kriteria sampel dalam penelitian ini adalah:

C. Kriteria inklusi

4. Pasien yang telah didiagnosis DM tipe 2 oleh dokter dan datang ke poli endokrin RSUD Haji
5. Pasien yang dilakukan pemeriksaan *HbA1c*.
6. Pasien yang bersedia dilakukan pemeriksaan IMT

dan lingkaran pinggang dan telah menandatangani informed consent.

D. Kriteria eksklusi

3. Pasien DM yang memiliki Penyakit lain yang bisa mempengaruhi IMT dan lingkaran pinggang seperti gagal ginjal, sirosis hepatitis, *Cushing syndrome*, kanker.
4. Penyakit lain yang bisa mempengaruhi kadar HbA1c seperti, anemia, thalassemia, gangguan tiroid.

Data penelitian dikumpulkan melalui data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran langsung pada pasien, meliputi Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Lingkaran Pinggang (LP). IMT diukur dengan menimbang berat badan pasien menggunakan timbangan digital, dengan pasien mengenakan pakaian ringan dan tanpa alas kaki, sedangkan tinggi badan diukur menggunakan stadiometer dengan pasien berdiri tegak, tumit menempel, dan pandangan lurus ke depan. IMT dihitung dengan rumus: $IMT = \text{Berat Badan (kg)} / (\text{Tinggi Badan (m)}^2)$. Lingkaran pinggang diukur menggunakan meteran fleksibel pada posisi di antara crista iliaca dan costa

XII saat pasien berdiri tegak dan bernapas normal. Data sekunder diperoleh dari rekam medis pasien, yaitu kadar HbA1c, yang diambil dari hasil pemeriksaan laboratorium terakhir pasien dalam 3 bulan terakhir.

Analisis data dilakukan dalam tiga tahap. Pertama, analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik setiap variabel. Kedua, analisis bivariat bertujuan untuk menilai hubungan antara LP dengan HbA1c serta IMT dengan HbA1c menggunakan uji korelasi Spearman. Uji ini mampu menilai arah dan kekuatan hubungan antarvariabel yang berskala ordinal. Koefisien korelasi berkisar dari -1 hingga +1, di mana -1 menunjukkan korelasi negatif sempurna, +1 menunjukkan korelasi positif sempurna, dan nilai di antara kedua angka tersebut menunjukkan tingkat hubungan yang bervariasi. Nilai koefisien di atas 0,5 atau di bawah -0,5 umumnya dianggap sebagai korelasi moderat hingga kuat. Ketiga, analisis multivariat dilakukan menggunakan regresi logistik ordinal untuk menilai pengaruh LP dan IMT terhadap kategori HbA1c secara bersamaan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk odds ratio (OR), di mana nilai $OR > 1$ menunjukkan bahwa variabel

independen meningkatkan peluang seseorang memiliki HbA1c pada kategori lebih tinggi, sedangkan $OR < 1$ menunjukkan adanya penurunan peluang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Riset ini dilaksanakan di Poliklinik *Endokrin*, RSUD Haji Medan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, pada bulan November–Desember 2025 menggunakan teknik *consecutive sampling*. Subjek riset terdiri atas 48 penyandang *DM* tipe 2 yang memenuhi kriteria inklusi, yakni penderita yang melakukan kontrol di Poli *Endokrin* dan bersedia mengikuti prosedur riset. Dengan demikian, sampel yang diperoleh merepresentasikan populasi penderita yang relevan dengan tujuan riset.

Data riset terdiri atas data primer, yakni pengukuran massa tubuh dan tinggi badan, serta data sekunder, yakni konsentrasi *HbA1c* yang diperoleh dari rekam medis hasil pemeriksaan laboratorium penderita. Setelah data terhimpun, analisis dilaksanakan menggunakan *SPSS* dengan uji korelasi *Spearman* guna mengetahui keterkaitan antara lingkaran pinggang, *IMT*, dan konsentrasi *HbA1c*.

Analisis Univariat

Karakteristik Pasien Merujuk Jenis Kelamin

Tabel 4.1 Karakteristik Pasien Merujuk Jenis Kelamin

Jenis kelamin	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Laki-laki	19	39,6
Perempuan	29	60,4
Total	48	100

Merujuk data karakteristik penyandang *DM* tipe 2 di RSUD Haji Medan, mayoritas penderita berjenis kelamin perempuan yakni sebanyak 29 orang (60,4%), sementara penderita laki-laki hanya berjumlah 19 orang (39,6%).

Karakteristik Pasien Merujuk Usia

Tabel 4.2 Karakteristik Pasien Merujuk Usia

Usia (tahun)	Frekuensi (n)	Persentase (%)	Rata-rata
< 40 tahun	2	4,2	58,6
40–49 tahun	4	8,3	
50–59 tahun	19	39,6	
60–69 tahun	19	39,6	

Usia (tahun)	Frekuensi (n)	Persentase (%)	Rata- rata
≥ 70 tahun	4	8,3	
Total	48	100	

Distribusi penderita merujuk usia menunjukkan bahwa sebagian besar penderita berada pada kelompok usia 50–59 tahun dan 60–69 tahun, masing-masing sejumlah 19 orang (39,6%). Kelompok usia dengan jumlah penderita paling sedikit ialah <40 tahun, yakni sebanyak 2 orang (4,2%).

Karakteristik Pasien Merujuk IMT

Tabel 4.3 Karakteristik Pasien Merujuk IMT

IMT	Frekuensi (n)	Persentase (%)	Rata- rata
Normal	6	12,5	
Overweight	5	10,4	
Obesitas 1	24	50,0	27,67 kg/m ²
Obesitas 2	13	27,1	
Total	48	100	

Sebagian besar penderita masuk ke dalam kategori *obesitas* 1 yakni sejumlah

24 orang (50,0%). Rerata *IMT* penderita ialah 27,67 kg/m².

Karakteristik Pasien Merujuk Lingkar Pinggang

Tabel 4.4 Karakteristik Pasien Merujuk Lingkar Pinggang

Kategori	Normal	Obesitas sentral
perempuan		29
Laki laki	3	16
persentase	6,3	93,7
Total	48	
Rata - rata	94,44 cm	

Merujuk tabel 4.3, sebagian besar penderita memiliki ukuran lingkar pinggang tidak normal (*obesitas sentral*) yakni sejumlah 45 orang (93,7%), sedangkan penderita dengan lingkar pinggang normal hanya berjumlah 3 orang (6,3%). Rerata lingkar pinggang penderita ialah 94,44 cm.

Karakteristik Pasien Merujuk kadar HbA1c

Tabel 4.5 Karakteristik Pasien Merujuk kadar HbA1c

Kategori HbA1c	Terkontrol	Tidak Terkontrol
Rentang (%)	< 7.0	≥7.0

Frekuensi	10	38
Persentase (%)	20,8	79,2
Rata-rata	8.78	

Merujuk tabel 4.3, dari total 48 penderita, mayoritas memiliki konsentrasi *HbA1c* dalam kategori tidak terkontrol ($< 7,0\%$) yakni sejumlah 38 penderita (79,2%). Sedangkan penderita dengan konsentrasi *HbA1c* kategori terkontrol ($\geq 7,0$) hanya berjumlah 10 penderita (20,8%).¹⁷

Analisis Bivariat

Tabel 4.6 Analisis Spearman

Variabel Independen	Variabel Dependen	P-Value	R Spearman
Lingkar Pinggang	HbA1c	0,339	-0,141
IMT	HbA1c	0,611	0,075

Merujuk Tabel 4.6, hasil uji korelasi *Spearman* memperlihatkan ketiadaan kaitan bermakna secara statistik antara lingkar pinggang dan kadar *HbA1c* ($r = -0,141$; $p = 0,339$). Demikian pula, analisis serupa mengindikasikan bahwa tak ada hubungan bermakna antara *IMT* dan kadar *HbA1c* ($r = 0,075$; $p = 0,611$). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) diterima dan hipotesis alternatif (H_1)

ditolak, menandakan bahwa lingkar pinggang serta *IMT* tak berkorelasi secara signifikan dengan kadar *HbA1c*.

Analisis Multivariat Regresi Ordinal

Tabel 4.7 Analisis Multivariat Regresi Ordinal

Variabel	OR	95% CI	p-value
Lingkar Pinggang	0,94	0,82 – 1,07	0,359
IMT	1,52	0,48 – 4,82	0,475

Merujuk tabel 4.6 Analisis multivariat dilaksanakan guna menilai pengaruh lingkar pinggang dan *IMT* secara simultan terhadap konsentrasi *HbA1c*. Merujuk hasil *regresi ordinal*, lingkar pinggang tidak berpengaruh secara bermakna terhadap konsentrasi *HbA1c* ($OR = 0,94$; $95\% CI: 0,82-1,07$; $p = 0,359$). *IMT* juga tidak memperlihatkan pengaruh signifikan terhadap konsentrasi *HbA1c* ($OR = 1,52$; $95\% CI: 0,48-4,82$; $p = 0,475$).

4. PEMBAHASAN

Merujuk temuan riset, mayoritas penyandang *DM* tipe 2 berjenis kelamin perempuan. Ditinjau dari segi usia, sebagian besar penderita berada pada kelompok usia lanjut. Pertambahan usia

diketahui berkaitan dengan meningkatnya *resistensi insulin* dan menurunnya kapasitas fungsional sel beta pankreas, sehingga risiko *DM* tipe 2 semakin besar pada usia lanjut. Studi menunjukkan bahwa penuaan jaringan *adiposa* berkontribusi terhadap munculnya *resistensi insulin*, sedangkan penuaan sel beta pankreas berdampak pada menurunnya kemampuan sekresi insulin pada populasi berusia lanjut.¹⁸

Sebagian besar penderita berada pada kategori *obesitas* merujuk *IMT*. *Obesitas* merupakan aspek pencetus utama terjadinya *DM* tipe 2 karena berperan dalam terjadinya *resistensi insulin* dan gangguan metabolisme glukosa..⁸ Hasil pengukuran lingkaran pinggang juga menunjukkan bahwa mayoritas penderita memiliki lingkaran pinggang melampaui batas normal (>90 cm pada laki-laki dan >80 cm pada perempuan), yang menggambarkan tingginya kejadian *obesitas sentral*. *Obesitas sentral* diketahui memiliki keterkaitan yang lebih kuat dengan risiko metabolik dan gangguan kendali *glikemik*.¹⁹

Merujuk konsentrasi *HbA1c*, mayoritas penderita berada pada kategori dengan pengendalian *glikemik* yang tidak optimal. Konsentrasi *HbA1c*

menggambarkan rerata kadar glukosa darah selama dua hingga tiga bulan terakhir dan dipengaruhi oleh beragam aspek, seperti lama sakit, terapi *antidiabetes*, kepatuhan pengobatan, serta kebiasaan hidup penderita.²⁰

Hubungan Lingkar Pinggang dan HbA1c

Merujuk hasil uji korelasi *Spearman*, tidak ditemukan keterkaitan bermakna secara statistik antara lingkaran pinggang dan konsentrasi *HbA1c* pada penyandang *DM* tipe 2 di RSUD Haji Medan ($r = -0,141$; $p = 0,339$). Nilai koefisien korelasi menunjukkan keterkaitan yang sangat lemah dengan arah negatif, yang mengindikasikan bahwa penambahan lingkaran pinggang cenderung diiringi penurunan konsentrasi *HbA1c*, namun keterkaitan tersebut tidak bermakna secara statistik.

Hasil analisis *regresi ordinal* menunjukkan bahwa lingkaran pinggang memiliki nilai *odds ratio* sebesar 0,94 dengan *interval kepercayaan* 95% sebesar 0,82–1,07 dan nilai p sebesar 0,359. Nilai *odds ratio* <1 mengindikasikan adanya kecenderungan hubungan berlawanan arah terhadap peningkatan kategori *HbA1c*. Namun, karena nilai $p > 0,05$ dan

interval kepercayaan melintasi angka 1, maka keterkaitan tersebut tidak bermakna secara statistik. Temuan ini sejalan dengan hasil riset Indrawati dkk yang meneliti hubungan *HbA1c* dengan lingkaran pinggang, rasio lingkaran pinggang, tinggi badan, dan *IMT* pada remaja perempuan *overweight* dan *obesitas*. Riset tersebut menunjukkan bahwa lingkaran pinggang tidak senantiasa memiliki keterkaitan bermakna dengan konsentrasi *HbA1c*, meskipun lingkaran pinggang merupakan indikator *obesitas sentral* dan aspek pencetus metabolik. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi *HbA1c* dipengaruhi oleh aspek lain di luar parameter antropometri.²¹

Secara teoretis, lingkaran pinggang merupakan parameter antropometri yang menggambarkan akumulasi lemak *viseral* di dalam rongga abdomen. Lemak *viseral* memiliki aktivitas metabolik yang tinggi dan berperan memproduksi beragam *sitokin proinflamasi*, seperti *Tumor Necrosis Factor alfa* dan *Interleukin-6*, yang mampu memicu terjadinya *resistensi insulin*. Kondisi *resistensi insulin* tersebut kemudian mengakibatkan peningkatan konsentrasi glukosa darah secara kronis yang tercermin melalui peningkatan konsentrasi *HbA1c*.²² Dengan demikian,

merujuk konsep *patofisiologi*, penambahan lingkaran pinggang seharusnya berkorelasi dengan peningkatan konsentrasi *HbA1c*. Riset oleh Sucitawati dkk melaporkan adanya keterkaitan bermakna antara *obesitas sentral* dan konsentrasi *HbA1c* pada penduduk berusia 30–50 tahun, di mana individu dengan lingkaran pinggang berlebih cenderung memiliki konsentrasi *HbA1c* yang lebih tinggi.¹⁴

Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh pemakaian terapi farmakologis, seperti preparat hipoglikemik oral maupun insulin yang bekerja secara aktif mengendalikan konsentrasi glukosa darah. Terapi yang diberikan bekerja secara langsung menurunkan konsentrasi glukosa darah tanpa disertai pengurangan lemak. Sehingga bisa dijumpai penderita dengan lingkaran pinggang tinggi namun tetap memiliki konsentrasi *HbA1c* yang terkontrol. Selain itu, aspek kebiasaan hidup seperti keaktifan fisik teratur serta pengaturan pola makan dengan *indeks glikemik* rendah mampu meningkatkan kepekaan insulin dan memperbaiki proses transpor glukosa ke dalam sel. Keadaan tersebut memungkinkan konsentrasi *HbA1c* tetap berada dalam rentang yang

lebih baik tanpa harus disertai penurunan ukuran lingkaran pinggang terlebih dahulu.

Durasi seseorang menyandang *obesitas* juga memegang peranan krusial. Pada fase awal *obesitas sentral*, kapasitas fungsional sel beta pankreas kerap masih mampu melakukan kompensasi dengan meningkatkan produksi insulin guna mempertahankan kondisi *euglikemia*. Oleh sebab itu, lingkaran pinggang yang besar pada riset ini belum tentu bisa dijadikan prediktor tunggal terhadap peningkatan *HbA1c*.

Di samping itu, *HbA1c* merupakan parameter *glikemik* jangka panjang yang dipengaruhi oleh beragam aspek lain, seperti kondisi nutrisi, usia sel darah merah, serta aspek genetik yang tidak diukur dalam riset ini.²⁰

Hubungan IMT dan HbA1c

Hasil uji korelasi *Spearman* menunjukkan bahwa tidak ditemukan keterkaitan bermakna secara statistik antara *IMT* dan konsentrasi *HbA1c* ($r = 0,075$; $p = 0,611$). Nilai koefisien korelasi yang sangat lemah dengan arah positif mengindikasikan bahwa penambahan *IMT* cenderung diiringi peningkatan konsentrasi *HbA1c*, namun keterkaitan tersebut tidak signifikan.

Pada analisis multivariat menggunakan *regresi ordinal*, *IMT* memiliki *odds ratio* sebesar 1,52 dengan *interval kepercayaan* 95% sebesar 0,48–4,82 dan nilai p sebesar 0,475. Nilai *odds ratio* >1 mengindikasikan adanya kecenderungan *IMT* sebagai aspek pencetus terhadap peningkatan kategori *HbA1c*. Akan tetapi, karena nilai $p > 0,05$ dan *interval kepercayaan* melintasi angka 1, maka *IMT* tidak bisa dinyatakan sebagai aspek pencetus bermakna secara statistik terhadap konsentrasi *HbA1c*.

Secara teoretis, peningkatan *IMT* berkorelasi dengan pertambahan jaringan *adiposa* yang mampu mengakibatkan *resistensi insulin* dan gangguan kendali *glikemik*. Beberapa riset menunjukkan adanya keterkaitan antara *IMT* dan konsentrasi *HbA1c*. Riset oleh Deng dkk melaporkan adanya hubungan antara *IMT* dan kendali *glikemik* pada penyandang *DM* tipe 2, di mana *IMT* yang lebih tinggi berkaitan dengan konsentrasi *HbA1c* yang lebih buruk¹⁵. Hal ini berbeda dengan temuan dalam riset ini. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan karakteristik subjek riset, meliputi jumlah sampel, latar belakang demografis, serta pengelolaan penyakit. Riset dengan jumlah sampel yang lebih besar, seperti

pada studi Deng, memiliki kekuatan statistik yang lebih tinggi sehingga keterkaitan antara *IMT* dan *HbA1c* lebih mudah terdeteksi.

Namun, temuan riset ini sejalan dengan beberapa studi sebelumnya yang dilakukan oleh Irawan ($p = 0,063$), Purwaningsih ($p = 0,447$) dan Suandy ($p = 0,987$) yang tidak menemukan keterkaitan bermakna antara *IMT* dan *HbA1c*. Hal ini menunjukkan konsistensi temuan bahwa pada beberapa populasi, *IMT* tidak senantiasa menjadi prediktor kuat konsentrasi *HbA1c*.

Tidak ditemukannya keterkaitan bermakna antara lingkaran pinggang maupun *IMT* terhadap konsentrasi *HbA1c* dalam riset ini bisa disebabkan oleh beberapa aspek pendukung. Pertama, *HbA1c* menggambarkan kendali *glikemik* jangka panjang (2–3 bulan) yang sangat dipengaruhi oleh kepatuhan pengobatan dan lama sakit. Penderita dengan status *obesitas* yang patuh terhadap terapi insulin atau preparat *antidiabetik* oral (*OAD*) cenderung memiliki konsentrasi *HbA1c* yang lebih baik dibandingkan penderita dengan *IMT* normal yang tidak patuh berobat.²³ Hal ini bisa mengakibatkan keterkaitan antara *IMT* dan *HbA1c* menjadi tidak bermakna secara statistik.

Kedua, keterbatasan parameter *IMT* yang tidak mampu membedakan komposisi antara massa otot (*lean body mass*) dan massa lemak tubuh secara spesifik. Meskipun pasien memiliki nilai *IMT* yang tinggi, hal tersebut tidak selalu mencerminkan tingginya akumulasi jaringan adiposa visceral yang pro-inflamasi. Sensitivitas insulin dan risiko metabolik lebih dipengaruhi oleh kualitas dan lokasi distribusi jaringan adiposa (seperti lemak ektopik dan visceral) daripada sekadar kuantitas berat badan total yang diukur melalui *IMT*.²⁴ Hal ini menjelaskan mengapa pasien dengan kategori *IMT* obesitas namun memiliki massa otot yang baik atau distribusi lemak perifer (subkutan) mungkin tetap memiliki kadar *HbA1c* yang lebih terkontrol dibandingkan pasien dengan *IMT* normal namun memiliki akumulasi lemak visceral yang tinggi (*normal-weight obesity*).

Ketiga, aktivitas fisik yang memengaruhi kontrol *glikemik* secara independen. Merujuk penelitian terbaru oleh McGee dan Hargreaves, aktivitas fisik merupakan stimulator utama bagi translokasi *glucose transporter type 4 (GLUT4)* ke membran sel otot rangka. Mekanisme ini sangat penting bagi pasien diabetes tipe 2 karena proses pemindahan *GLUT4* guna

mengambil glukosa darah saat beraktivitas fisik tetap berjalan relatif normal, meskipun pasien mengalami kondisi resistensi insulin yang berat akibat obesitas. Peningkatan ekspresi protein GLUT4 setelah melakukan aktivitas fisik memungkinkan otot guna menurunkan kadar glukosa darah secara langsung tanpa harus bergantung sepenuhnya pada sensitivitas insulin.²⁵ Hal ini menjelaskan mengapa pasien dalam penelitian ini mungkin memiliki kadar HbA1c yang tetap terkontrol meskipun nilai IMT dan lingkaran pinggangnya masih berada dalam kategori tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Merujuk hasil penelitian dan pembahasan mengenai hubungan lingkaran pinggang dan indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan, bisa disimpulkan sebagai berikut:

7. Pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan paling banyak berjenis kelamin perempuan (60,4 %) dengan rata-rata usia 58,6 tahun.
8. Status gizi pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan paling banyak merujuk IMT yaitu obesitas 1.

9. Sebagian besar pasien Diabetes Melitus tipe 2 di RSUD Haji Medan memiliki lingkaran pinggang di atas batas normal, yaitu pada laki-laki sebanyak 84,2% dan pada perempuan sebanyak 100%, yang menggambarkan tingginya kejadian obesitas sentral.
10. Pasien DM tipe 2 RSUD Haji Medan paling banyak memiliki kadar HbA1c yang tidak terkontrol dengan baik dengan rata-rata 8,72%.
11. Tidak ada hubungan yang bermakna antara lingkaran pinggang dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan.
12. Tidak ada hubungan yang bermakna antara indeks massa tubuh dengan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Haji Medan.

Saran

Merujuk temuan penelitian ini, saran guna penelitian selanjutnya adalah melakukan studi dengan jumlah sampel yang lebih banyak dan menggunakan desain penelitian longitudinal. Selain itu, bisa memasukkan variabel lain yang berhubungan dengan pengendalian kadar

HbA1c, seperti durasi penyakit, aktivitas fisik dan kepatuhan dan jenis terapi yang digunakan.

6. REFERENSI

1. Care D, Suppl SS. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2024;47(January):S20-S42. doi:10.2337/dc24-S002
2. International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas 11th Edition 2025*. 11th Editi. International Diabetes Federation; 2025. <https://www.diabetesatlas.org>
3. Hunt D, Hemmingsen B, Matzke A, et al. The WHO Global Diabetes Compact: a new initiative to support people living with diabetes. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2021;9(6):325-327. doi:10.1016/S2213-8587(21)00111-X
4. (PERKENI) PEI. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia 2021. *Glob Initiat Asthma*. Published online 2021;119. www.ginasthma.org.
5. Indonesia KKR. Survei Kesehatan Indonesia 2023. Published online 2023;926.
6. Widiarsari KR, Wijaya IMK, Suputra PA. Diabetes Melitus Tipe 2: Faktor Risiko, Diagnosis, Dan Tatalaksana. *Ganesha Med*. 2021;1(2):114. doi:10.23887/gm.v1i2.40006
7. Haryono DA, Arifin S, Shinta HE, Widodo T, Yuliani NNS. Hubungan obesitas dan aktivitas fisik dengan kejadian diabetes melitus tipe II pada usia > 40 tahun di wilayah kerja Puskesmas Bukit Hindu. *Barigas J Ris Mhs*. 2024;1(2):53-60. doi:10.37304/barigas.v1i2.7987
8. Klein S, Gastaldelli A, Yki-Järvinen H, Scherer PE. Why does obesity cause diabetes? *Cell Metab*. 2022;34(1):11-20. doi:10.1016/j.cmet.2021.12.012
9. Sartika F, Hestiani`` N. Kadar HbA1c pada Pasien Wanita Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di Rsud Dr. Doris Sylvanus Palangka Raya. *Borneo J Med Lab Technol*. 2019;2(1):97-100. doi:10.33084/bjmlt.v2i1.1086
10. Feng X, Wang J, Wu S, et al. Correlation analysis of

- anthropometric indices and type 2 diabetes mellitus in residents aged 60 years and older. *Front Public Heal.* 2023;11(March):1-10. doi:10.3389/fpubh.2023.1122509
11. Irawan QP, Utami KD, Reski S, Saraheni. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar HbA1c pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe II di Rumah Sakit Abdoel Wahab Sjahranie. *Formosa J Sci Technol.* 2022;1(5):459-468. doi:10.55927/fjst.v1i5.1220
 12. Joel Rodriguez S. Hubungan Indeks Massa Tubuh (Imt) Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Di Prodia Kelapa Gading. *Husada Mahakam J Kesehat.* 2022;4(6):344.
 13. Suandy S, Lumbantobing AN, Rohen R, Chairul M, Dewani Y, Tarigan SB. Indeks massa tubuh dan kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe 2. *J Prima Med Sains.* 2022;4(1):17-20. doi:10.34012/jpms.v4i1.2287
 14. Sucitawati PD, Santhi DD, Subawa AN. Hubungan antara obesitas sentral dengan kadar HbA1c pada penduduk usia 30-50 tahun di Lingkungan Batusari Desa Bitera, Gianyar. *Intisari Sains Medis.* 2019;10(3):766-771. doi:10.15562/ism.v10i3.451
 15. Deng L, Jia L, Wu X li, Cheng M. Association Between Body Mass Index and Glycemic Control in Type 2 Diabetes Mellitus : A Cross-Sectional Study. 2025;(February):555-563.
 16. Sa'pang M. Hubungan Indeks Massa Tubuh (Imt) Dan Rasio Lingkar Pinggang Pinggul (Rlpp) Dengan Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe Ii Di Puskesmas Kebayoran Lama, Jakarta Selatan. *Univ Esa Unggul Jakarta Jalan Arjuna Utara.* 2018;10(1):11510.
 17. American Diabetes Association. 6 . Glycemic Goals and Hypoglycemia : Standards of Care in Diabetes — 2024. *Diabetes Care.* 2024;47(Supplement_1):111-125.
 18. Zhu M, Liu X, Liu W, Lu Y, Cheng J, Chen Y. β cell aging and age-related diabetes. *Trends Endocrinol Metab.* 2021;13(5):7691-7706. doi:https://doi.org/10.18632/aging.202593
 19. Harbuwono DS, Tahapary DL, Edi

- Tarigan TJ, Yunir E. New proposed cut-off of waist circumference for central obesity as risk factor for diabetes mellitus: Evidence from the Indonesian Basic National Health Survey. *PLoS One*. 2020;15(11 November):1-12. doi:10.1371/journal.pone.0242417
20. Permatasari TA. Literature Review : Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kadar HbA1c Pada Penderita Diabetes Mellitus. *J Kesehat Tambusai*. 2025;6(September):11610-11616.
 21. Indrawati febry dwi, Moelyo annang giri, Soebayo B. Hubungan HbA1c dengan Lingkar Pinggang, Rasio Lingkar Pinggang- Tinggi Badan, Indeks Massa Tubuh, dan Lingkar Lengan Atas pada Remaja Perempuan. *Sari Pediatr*. 2019;21(3).
 22. Sofiyah F, Putriningtyas ND. Hubungan Pola Makan, Konsumsi Serat, Dan Lingkar Pinggang Dengan Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 Pada Wanita Pralansia Dan Lansia Di Puskesmas Bandarharjo Kota Semarang. *J Nutr Coll*. 2025;14(2):171-180. doi:10.14710/jnc.v14i2.44440
 23. American Diabetes Association. 9 . Pharmacologic Approaches to Glycemic Treatment : Standards of Care in Diabetes — 2024. *Diabetes Care*. 2024;47(Supplement_1):158-178. doi:https://doi.org/10.2337/dc24-S009 American
 24. Zierle-Ghosh A, Jan A. Physiology, Body Mass Index. In: StatPearls Publishing; 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535456/>
 25. Mcgee SL, Hargreaves M. Free Radical Biology and Medicine Exercise performance and health : Role of GLUT4 ☆. *Free Radic Biol Med*. 2024;224(September):479-483. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2024.09.004