SKRIPSI

HUBUNGAN KADAR GLUKOSA DARAH DENGAN KADAR HDL (*HIGH DENSITY LIPOPROTEIN*) PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DENGAN OBESITAS

Diajukan Sebagai Syarat Dalam Meraih Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes) Pada Program Studi Diploma IV (DIV) Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky

NUR INDAH FEBRISYAH ARSYAD
B1D121067

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN JUDUL

SKRIPSI

"Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Obesitas"

Nur Indah Febrisyah Arsyad

B1D121067

Dibimbing Oleh :

Pembimbing I

A. Maya Kesrianti, S.Si., M.Kes

Pembimbing II

Nurhilaliyah, S.Tr.AK., M.Kes

Penguji

Dr. Joko Widodo, S.Si., M.Kes

PROGRAM STUDI D-IV TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS

FAKULTAS TEKNOLOGI KESEHATAN

UNIVERSITAS MEGAREZKY

MAKASSAR

2025

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

HUBUNGAN KADAR GLUKOSA DARAH DENGAN KADAR HDL (HIGH DENSITY LIPOPROTEIN) PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DENGAN OBESITAS

Disusun dan diajukan oleh

NUR INDAH FEBRISYAH ARSYAD

Nomor Induk Mahasiswa B1D121067

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Pada tanggal 17 Juni 2025

Dan diyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

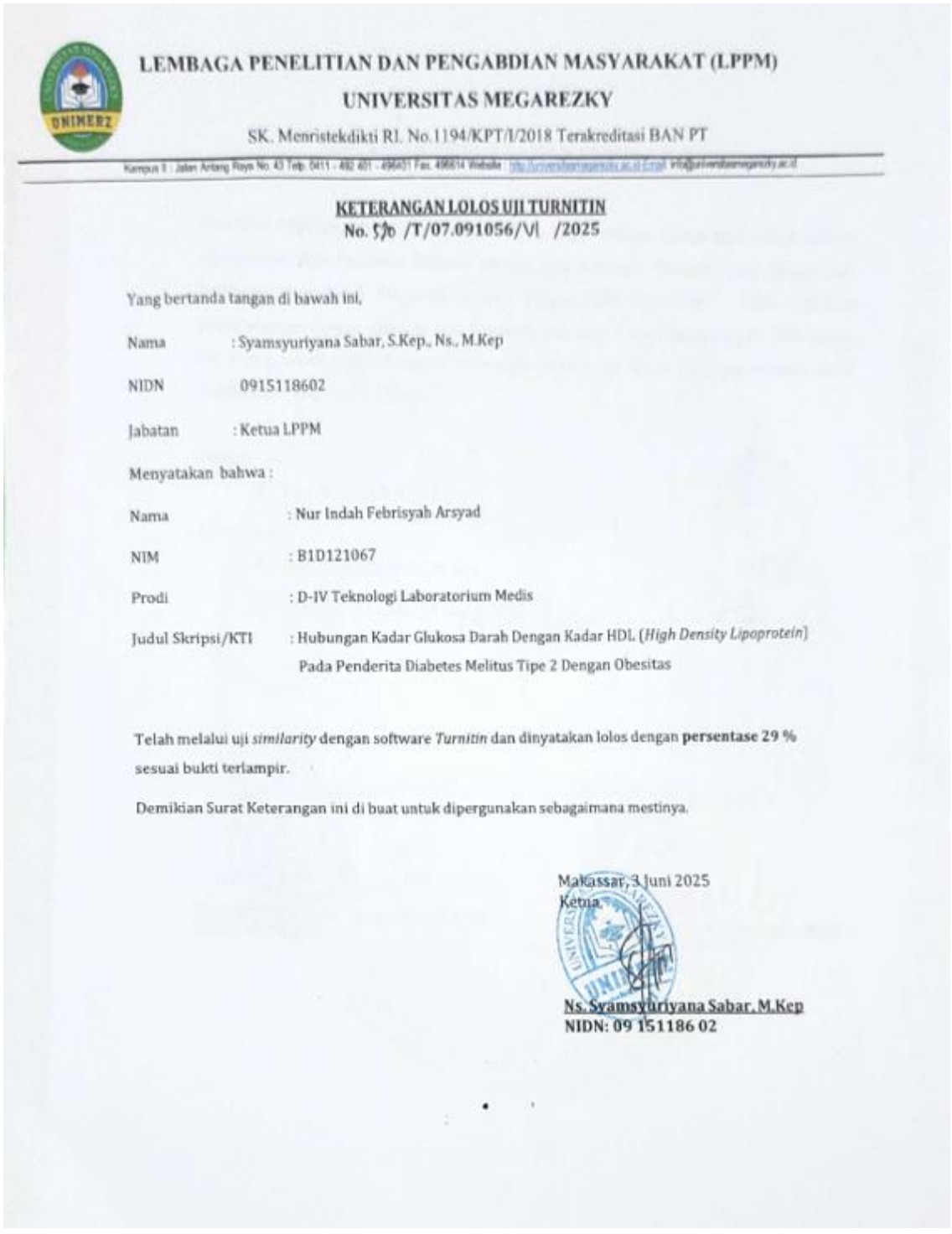
Tim Penguji	**Tanda Tangan**
1. Dr. Joko Widodo, S.Si., M.Kes	( )
2. A. Maya Kesrianti, S.Si., M.Kes	( )
3. Nurhilaliyah, S.Tr.AK., M.Kes	( )

Mengetahui,

Dekan	**Ketua Program Studi**
Fakultas Teknologi Kesehatan	**DIV Teknologi Laboratorium Medis**
Prof. Dr. Dra. apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si	**Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes**
NUPTK : 1350727628230013	**NUPTK : 6950765666230332**

ii

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM)

UNIVERSITAS MEGAREZKY

SK. Menristekdikti RI. No.1194/KPT/I/2018 Terakreditasi BAN PT

Kampus I : Jalan Antang Raya No. 43 Telp. 0411 - 492 401 - 496611 Fax. 496614 Website : http://universitasmegarezky.ac.id Email: info@universitasmegarezky.ac.id

KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN

No. 570 /T/07.091056/VI /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Syamsyuriyana Sabar, S.Kep., Ns., M.Kep

NIDN 0915118602

Jabatan : Ketua LPPM

Menyatakan bahwa :

Nama : Nur Indah Febrisyah Arsyad

NIM : B1D121067

Prodi : D-IV Teknologi Laboratorium Medis

Judul Skripsi/KTI : Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Obesitas

Telah melalui uji *similarity* dengan software *Turnitin* dan dinyatakan lolos dengan **persentase 29 %** sesuai bukti terlampir.

Demikian Surat Keterangan ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 3 Juni 2025

Ketua

Ns. Syamsyuriyana Sabar, M.Kep

NIDN: 09 151186 02

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tiada yang lebih indah dalam skripsi ini kecuali halaman persembahan. Skripsi ini saya persembahakan untuk :

1. Cinta pertama dan pintu surgaku, **Ayah & Ibu**. Terima kasih atas segala doa dan dukungan yang tidak pernah putus. Memberikan cinta, kasih sayang, doa dan pengorbanan yang mengiringi setiap langkahku untuk menyelesaikan pendidikan ini. Terima kasih telah mengantarkan ananda sampai di titik ini. Terima kasih sudah berjuang untukku, membesarkan dan mendidikku sampai bisa mendapatkan gelar sarjanaku. Semoga Allah SWT senantiasa menjaga kalian sampai melihatku berhasil dengan keputusanku sendiri. Hiduplah lebih lama.
2. Adikku tercinta, **Muhammad Indra Maulana Arsyad.** Terima kasih telah menjadi motivasi dan ikut serta dalam proses saya menempuh pendidikan selama 4 tahun ini. Dan juga terima kasih doa dan semangat yang diberikan selalu kepada saya. Tumbuhlah menjadi versi lebih baik dan lebih hebat adikku.
3. Kepada sepupu saya, **Sarifah Shiva**, terima kasih karena telah banyak memberikan dukungan, meluangkan waktu, tenaga dan materi serta selalu menghibur selama masa proses penyelesaian skripsi ini.

MOTTO

“Dari setetes keringat dan perjuangan orang tua, lahirlah seribu langkahku untuk terus maju”

“Growth begins where comfort ends. In every uncertain step, I found resilience. In every doubt, I found a reason to keep going. And through it all, I discovered that the journey itself was shaping me into someone stronger” - Sya

CURRICULUM VITAE



A. Biodata Pribadi

1.	Nama	:	Nur Indah Febrisyah Arsyad
2.	NIM	:	B1D121067
3.	Jenis Kelamin	:	Perempuan
4.	Tempat, Tanggal Lahir	:	Serui, 12 Februari 2003
5.	Agama	:	Islam
6.	Jurusan	:	D-IV Teknologi Laboratorium Medis
7.	Fakultas	:	Teknologi Kesehatan
8.	Alamat	:	BTP Blok L No.19
9.	Orang Tua		
	Ayah	:	Muhammad Arsyad
	Ibu	:	Afriana

B. Riwayat Pendidikan

1.	TK	:	TK Darussalam Serui
2.	SD	:	SD Yapis Serui
3.	SMP	:	SMP Negeri 2 Serui
4.	SMA	:	SMA Negeri 1 Serui
5.	Perguruan Tinggi	:	Universitas Megarezky

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang judul : "Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Obesitas"

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknologi Laboratorium Medis pada Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky Makassar. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat dan cinta, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta Muhammad Arsyad dan Afriana, yang senantiasa mendoakan, mendampingi, serta memberikan semangat, kasih sayang dan dukungan moril maupun materil tanpa henti. Tanpa keikhlasan dan doa dari Ayah dan Ibu, penyusunan Skripsi ini tidak akan terwujud.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. H. Alimuddin, SH., MH, M. Kn. sebagai Pembina Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar, atas arahan dan pembinaan yang senantiasa menjadi fondasi dalam pengembangan institusi dan mahasiswa.
2. Ibu Alm. Hj. Suryani, SH., MH sebagai Pendiri Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar, atas dedikasi dan kontribusi luar biasa dalam mendirikan lembaga pendidikan yang menjadi wadah pengembangan ilmu dan karakter.

3. Bapak Moch. Noer Alim Qalby, S.H., LLM sebagai Ketua Yayasan Pendidikan Islam Mega Rezky Makassar, atas dukungan dan kebijakan strategis yang memfasilitasi proses pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan.
4. Bapak Prof. Dr. Anwar Ramli, SE., M.Si sebagai Rektor Universitas Megarezky, atas motivasi dan arahannya dalam membangun budaya akademik yang unggul dan berdaya saing.
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Apt. Hj. Asnah Marzuki, M.Si sebagai Dekan Fakultas Teknologi Kesehatan atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama masa studi.
6. Ibu Dr. Nirmawati Angria, S.Si., M.Kes sebagai Ketua Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, atas bimbingan akademik yang berkelanjutan dan inspiratif.
7. Dosen Pembimbing I dan II yaitu Ibu A. Maya Kesrianti, S.Si., M.Kes dan Ibu Nurhilaliyah, S.Tr.AK., M.Kes yang telah memberikan arahan, saran dan evaluasi dalam penyusunan skripsi ini dengan penuh kesabaran dan keikhlasan.
8. Dosen Penguji yaitu Bapak Dr. Joko Widodo, S.Si., M.Kes yang telah memberikan saran maupun masukan materi dalam skripsi penelitian ini.
9. Ibu Arlitha Deka Yana Akbar, S.Si., M.Kes sebagai Pembimbing Akademik (PA), atas pendampingan dan bimbingan akademik selama masa studi penulis.
10. Seluruh Dosen dan Staf Akademik Universitas Megarezky, atas ilmu, perhatian dan pelayanan yang diberikan selama proses studi.
11. Laboratorium RSUP Wahidin Sudirohusodo atas izin, dukungan dan kerja samanya selama pelaksanaan penelitian.

12. Teman-teman seperjuangan dan semua pihak yang turut membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan

Makassar, 27 November 2025

Penulis

ABSTRAK

NUR INDAH FEBRISYAH ARSYAD B1D121067. "Hubungan Kadar Glukosa Darah dengan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Obesita**s"** (Dibimbing Oleh A. Maya Kesrianti dan Nurhilaliyah)

Diabetes Melitus Tipe 2 adalah kondisi gangguan metabolisme tubuh yang terjadi dengan penurunan produksi insulin oleh sel beta pankreas sehingga tubuh tidak dapat mengontrol kadar gula darah secara optimal. Pada penderita yang mengalami obesitas umumnya terjadi penurunan kadar HDL karena adanya gangguan metabolisme lemak yang dapat menyebabkan komplikasi kardiovaskular. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar glukosa darah dengan kadar HDL pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 dengan obesitas. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan pendekatan *Cross Sectional Study, s*ampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 30 sampel pasien Diabetes Melitus tipe 2 dengan obesitas dan diukur kadar Glukosa Darah dan kadar HDL. Uji Normalitas data pada penelitian ini menunjukkan nilai signifikan *p-value* ($p<0.05$) yang menyatakan bahwa data terdistribusi tidak normal. Hasil Uji *Spearman Correlation* menunjukkan nilai $p = <0.001$ dan nilai $r = -0.716$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara kadar glukosa darah dan kadar HDL dengan nilai korelasi negatif.

Kata Kunci : Glukosa Darah, HDL, Diabetes Melitus Tipe 2

ABSTRACT

NUR INDAH FEBRISYAH. B1D121067. "The Correlation Between Blood Glucose Levels and HDL (High-Density Lipoprotein) Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients with Obesity" (Supervised by A. Maya Kesrianti and Nurhilaliyah)

Type 2 Diabetes Mellitus is a metabolic disorder that occurs with decreased insulin production by pancreatic beta cells, so the body cannot control blood sugar levels optimally. In obese patients, HDL levels generally decrease due to impaired fat metabolism, which can cause cardiovascular complications. This study aims to determine the relationship between blood glucose levels and HDL levels in patients with type 2 Diabetes Mellitus with obesity. This study uses a quantitative research type using a cross-sectional study approach. The sample used in this study was 30 samples of type 2 Diabetes Mellitus patients with obesity, and measured blood glucose levels and HDL levels. The normality test of the data in this study showed a significant p-value (p <0.051, which states that the data is not normally distributed. The results of the Spearman Correlation Test showed a p-value of - <0.001 and an r-value of -0.716. So it can be concluded that there is a relationship between blood glucose levels and HDL levels, with a negative correlation value..

Keywords: Blood Glucose, HDL, Type 2 Diabetes Mellitus



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
KETERANGAN LOLOS UJI TURNITIN ..... **iii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iv**
MOTTO ..... **v**
CURRICULUM VITAE ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
ABSTRAK ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xvi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 4
C. Tujuan Penelitian 5
D. Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
A. Tinjauan Umum Diabetes Melitus Tipe 2 6
B. Tinjauan Umum Obesitas 15
C. Tinjauan Khusus Glukosa Darah 21
D. Tinjauan Umum HDL (*High Density Lipoprotein*) 25
E. Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan HDL Pada DM Tipe 2 Dengan Obesitas 26
F. Tinjauan Umum Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah dan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) 27
G. Kerangka Teori 32
H. Kerangka Konsep 33
I. Definisi Operasional 33

BAB III METODE PENELITIAN 35
A. Jenis Penelitian 35
B. Lokasi dan Waktu Penelitian 35
C. Populasi dan Sampel 35
D. Kriteria Sampel 36
E. Instrumen Penelitian 37
F. Prosedur Kerja Penelitian 37
G. Teknik Pengumpulan Data 39
H. Analisis Data 39
I. Alur Penelitian 40
J. Etika Penelitian 40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 42
A. Hasil Penelitian 42
B. Pembahasan 45
BAB V PENUTUP 53
A. Kesimpulan 53
B. Saran 53
DAFTAR PUSTAKA 54
LAMPIRAN 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Architect Plus ci4100 28
Gambar 2. 2 Bagan Kerangka Teori 32
Gambar 2. 3 Bagan Kerangka Konsep 33
Gambar 2. 4 Bagan Alur Penelitian 40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Obesitas Pada Orang Dewasa Berdasarkan IMT 16
Tabel 2. 2 Kriteria Ukuran Lingkar Pinggang Berdasarkan Etnis 17
Tabel 2. 3 Klasifikasi Persen Lemak Tubuh Pada Pria Dan Wanita..... 19
Tabel 4. 1 Distribusi Jumlah Responden Berdasarkan Kelompok Usia 42
Tabel 4. 2 Distribusi Jumlah Responden Berdasarkan Jenis Kelamin..... 43
Tabel 4. 3 Distribusi Jumlah Responden Berdasarkan Lama Menderita 43
Tabel 4. 4 Distribusi Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah 44
Tabel 4. 5 Distribusi Hasil Pemeriksaan Kadar HDL 44
Tabel 4. 6 Shapiro-Wilk Test 44
Tabel 4. 7 Spearman Correlation Test..... 45

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengolahan Data SPSS 59
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian PTSP 60
Lampiran 3. Lembar Persetujuan Responden 61
Lampiran 4. Lembar Kuesioner Penelitian 62
Lampiran 5. Tabulasi Hasil Penelitian 65
Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan Penelitian 68

DAFTAR SINGKATAN

HDL	:	High Density Lipoprotein
DM	:	Diabetes Melitus
DMT2	:	Diabetes Melitus Tipe 2
T2D	:	Type 2 Diabetes
K-LDL	:	Kolesterol Low Density Lipoprotein
K-HDL	:	Kolesterol High Density Lipoprotein
PTM	:	Penyakit Tidak Menular
NO	:	Nitrat Oksida
VLDL	:	Very Low Density Lipoprotein
Ox-LDL	:	Oxidized LDL
AMPK	:	AMP-Activated Protein Kinase
NAFLD	:	Non-Alcoholic Fatty Liver Disease
TNF	:	Tumor Necrosis Factor
FFA	:	Free Fatty Acid
GLUT4	:	Glucose Transporter Type 4
IRS-1	:	Insulin Receptor Substrate-1
NADH	:	Nicotinamide Adenine Dinucleotide
CoA	:	Coenzyme A
IR	:	Insullin Resistance
PAD	:	Peripheral Artery Disease
IMT	:	Indeks Massa Tubuh
IL-6	:	Interleukin-6

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Diabetes melitus adalah gangguan metabolisme karbohidrat yang ditandai oleh ketidakmampuan tubuh dalam menggunakan glukosa secara optimal sebagai sumber energi. Selain itu, terjadi peningkatan produksi glukosa akibat proses glukoneogenesis dan glikogenolisis yang tidak terkontrol, sehingga menyebabkan kadar glukosa darah meningkat (hiperglikemia). Diagnosis kondisi ini dapat ditegakkan melalui pemeriksaan kadar glukosa darah atau HbA1c yang menunjukkan nilai tinggi. Diabetes melitus diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu diabetes melitus tipe 1, tipe 2, diabetes gestasional, dan jenis lainnya yang disebabkan oleh faktor lain seperti gangguan pankreas eksokrin, kelainan genetik, atau dampak dari penggunaan obat-obatan tertentu (American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2024).

Berdasarkan data yang diperoleh menurut *Internasional Diabetes Federation* (IDF) menyatakan bahwa penderita diabetes secara global sebagian besar berusia 20-79 tahun, pada tahun 2021 terdapat sebanyak 536,6 juta jiwa dan diperkirakan akan meningkat pada tahun 2045 sebanyak 783,2 juta jiwa. Kenaikan tertinggi dalam prevalensi diabetes diprediksi akan terjadi di negara-negara berpenghasilan menengah antara tahun 2021 dan 2045 jika dibandingkan dengan negara-negara berpenghasilan tinggi dan rendah (IDF, 2021).

Berdasarkan Laporan *Survei Kesehatan Indonesia* (SKI) pada tahun 2023 menyatakan, prevalensi diabetes melitus (DM) di Indonesia pada semua

kelompok usia telah mencapai 1,7% atau angka jiwa yang telah terdiagnosis sebesar 877.531 jiwa dengan jenis kelamin penderitanya sebesar 1,3% atau 443.261 jiwa pada pria dan pada wanita sebesar 2,0% atau 434.270 jiwa (Kemenkes RI, 2023).

Prevalensi Diabetes Melitus di Sulawesi Selatan berdasarkan distribusi Diabetes Melitus dari laporan rutin PTM kecamatan dan puskesmas di Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2021 menunjukkan adanya 121.989 kasus Diabetes Melitus, dengan 92.171 yang menerima pelayanan kesehatan sesuai standar, yaitu sekitar 75,6% dari total yang terinfeksi. Kota makassar menempati posisi pertama kasus terbanyak yaitu sekitar 18.350 jiwa (Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan, 2022).

Penderita diabetes yang tidak dikelola dengan baik akan lebih rentan mengalami komplikasi seperti, kerusakan diberbagai sistem tubuh terutama pada pembuluh darah dan sistem saraf. Risiko lain yang dapat terjadi yaitu gagal ginjal, retinopati, neuropati, stroke dan penyakit jantung. Seseorang yang mengidap diabetes melitus berisiko mengalami kematian 2 kali lebih cepat daripada yang non DM (Irfan & Israfil, 2020).

Obesitas memainkan peran yang signifikan dalam peningkatan prevalensi DM tipe 2, suatu kondisi jangka panjang dimana tubuh tidak dapat menghasilkan insulin secara efektif yang mengakibatkan peningkatan kadar glukosa darah. Diabetes melitus tipe 2 ditandai dengan penurunan sekresi insulin dari sel β serta resistensi insulin perifer, yang menyebabkan peningkatan pada kadar asam lemak. Hal ini mengakibatkan berkurangnya transportasi glukosa ke dalam sel

otot, meningkatnya perpecahan lemak dan peningkatan produksi glukosa pada hati. Sebagian besar penderita DM Tipe 2 mengalami obesitas, dengan peningkatan persentase lemak tubuh yang tidak normal. Jaringan adiposa bekerja dalam meningkatkan resistensi insulin dengan melepaskan lebih banyak asam lemak yang bebas (Chandrasekaran & Weiskirchen, 2024).

HDL mengandung protein yang sangat tinggi dan diketahui memiliki kadar kolesterol yang rendah, HDL juga memiliki peran yang multifungsi dalam tubuh yang berguna sebagai anti-inflamasi, antioksidan, antiaterogenik dan juga antitrombotik (Kisnawaty *et al*., 2023).

Penurunan HDL dapat mempengaruhi kegagalan sistem dalam tubuh. HDL memainkan peran penting dalam transportasi kolesterol yaitu adanya kolesterol berlebih yang menumpuk pada jaringan perifer akan diangkut kembali ke hati. Oleh karena itu, penurunan HDL dapat menyebabkan akumulasi kolesterol di dinding pembuluh darah dan berisiko terjadinya penyakit jantung koroner (PJK) (Pratiwi *et al.*, 2021).

Penyakit jantung merupakan suatu kondisi yang dimana pembuluh darah mengalami penyempitan atau aterosklerosis yang dapat mengganggu tahapan transportasi energi ke dalam tubuh. Penyumbatan yang terjadi diakibatkan oleh adanya penumpukan plak dan polutan atau gas yang terbentuk mengalami penumpukan pada dinding arteri jantung (Erdania *et al.,* 2023).

Dengan melakukan pemeriksaan HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2 yang mengalami obesitas akan memberikan gambaran yang lebih lengkap dan

relevan mengenai risiko penyakit jantung dibandingkan hanya mengukur LDL dan Trigliserida (Denimal *et al.*, 2023).

Penelitian yang dilakukan oleh (Pratiwi *et al*., 2021) mengenai keterkaitan antara kadar glukosa darah dan HDL (*High Density Lipoprotein*) pada pasien diabetes melitus tipe 2 menunjukkan adanya hubungan yang signifikan. Hasil uji korelasi menunjukkan nilai signifikansi $p = 0{,}009$ menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan secara statistik ($p < 0{,}05$) antara kedua variabel tersebut. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,297 mengindikasikan hubungan negatif, di mana peningkatan kadar glukosa darah cenderung diikuti dengan penurunan kadar HDL, meskipun kekuatan korelasinya tergolong lemah.

Melihat temuan tersebut, peneliti terdorong untuk melakukan studi lebih lanjut terkait hubungan antara kadar glukosa darah dan kadar HDL pada pasien diabetes melitus tipe 2 yang juga mengalami obesitas.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian dibawah ini adalah :

1. Bagaimana kadar Glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas?
2. Bagaimana kadar HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas?
3. Apakah terdapat hubungan antara kadar Glukosa darah dengan kadar HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kadar Glukosa darah pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas.
2. Untuk mengetahui kadar HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas.
3. Untuk mengetahui hubungan antara kadar Glukosa darah dengan kadar HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

   Dapat memberikan informasi tambahan secara ilmiah terkait hubungan antara Glukosa darah dengan HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2, yang dapat memperkaya kajian akademik di bidang endokrinologi dan kardiovaskular.

2. Manfaat praktis

   a. Bagi masyarakat

      Memberikan pemahaman mengenai pentingnya menjaga glukosa darah dan profil lipid, terutama HDL guna mengurangi resiko komplikasi kardiovaskular.

   b. Bagi penulis

      Memberikan peneliti kesempatan untuk memperdalam pemahaman mengenai patofisiologi diabetes melitus dan kaitannya dengan dislipidemia, sehingga dapat bermanfaat untuk karier dibidang kesehatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Diabetes Melitus Tipe 2

1. Definisi Diabetes Melitus Tipe 2

Diabates Melitus Tipe 2 (DMT2) adalah suatu kondisi yang timbul saat tubuh tidak dapat memproduksi jumlah insulin yang digunakan tubuh dengan tepat sehingga kadar glukosa dalam darah meningkat secara signifikan. DMT2 memiliki ikatan yang erat dengan obesitas, penuaan, kurangnya aktivitas fisik, faktor genetik dan asupan gizi yang tidak seimbang. Penyakit ini menyumbang lebih dari 90% kasus diabetes secara global dan dapat menyebabkan risiko penyakit jantung, ginjal dan gangguan penglihatan (kebutaan). Faktor pendorong utama terjadinya peningkatan prevalensi DM tipe 2 disebabkan oleh obesitas, dengan adanya ketidakseimbangan energi yang menyebabkan resistensi insulin terjadi. Banyak kasus DMT2 yang tidak terdiagnosis dengan tepat karena perkembangannya yang bertahap *(*Ruze *et al*., 2023).

2. Patogenesis Diabetes Melitus Tipe 2

Menurut (Himanshu *et al*., 2020), patogenesis DMT2 melibatkan 3 mekanisme utama yang saling berkaitan, yaitu :

a) Resistensi Insulin

Resistensi insulin menyebabkan penurunan sintesis glikogen dan pemecahan protein (katabolisme) di jaringan otot, serta menghambat kerja enzim lipoprotein lipase pada sel lemak (adiposit). Akibatnya, terjadi

peningkatan asam lemak bebas (FFA) dan pelepasan sitokin inflamasi seperti Interleukin-6 (IL-6) dan tumor necrosis factor (TNF). Dengan adanya peningkatan kadar sitokin ini berperan dalam mengubah sensitivitas insulin dan mengganggu metabolisme glukosa. TNF dapat menurunkan regulasi gen-gen yang mengkode adiponectin, GLUT4, IRS-1 dan lainnya, yang berkontribusi dalam peningkatan sensitivitas insulin melalui berbagai tahap, serta menurunkan kadar FFA dan juga glukosa darah. Pada hati, adiponektin berfungsi untuk merangsang oksidasi FFA, menghambat penyerapan FFA, menghambat glukoneogenesis dan mengurangi sintesis lipid.

b) Peningkatan Lipolisis

Peningkatan ini terjadi diakibatkan oleh hormon peptide insulin yang merupakan penghambat lipolisis dan menghambat FFA dari adiposit dengan menghambat enzim lipase peka hormone. Peningkatan FFA yang terjadi dalam jangka panjang dapat meningkatkan resistensi insulin dan sekresi insulin serta meningkatkan penyimpanan trigliserida diotot sehingga terjadi resistensi insulin di jaringan tersebut. Akumulasi Asetil CoA akibat oksidasi FFA berlebihan dapat menghambat piruvat dehidrogenase dan meningkatkan rasio NADH/NAD serta dapat mengganggu siklus krebs. Akibatnya, terjadi penghambatan aktivitas fosfofruktokinase (PFK) dan heksokinase II yang menyebabkan gangguan pada fosforilasi glukosa dan mengambat transportasi glukosa ke dalam sel.

c) Kerusakan Sel β Pankreas

Pada DM tipe 2, massa sel beta akan menurun disebabkan oleh apoptosis, nekrosis, autofagi dan terjadi penurunan kemampuan dalam mereplikasi sel beta yang sehat. Akumulasi asam palmitat yang meningkat di otot serta paparan dalam jangka panjang dapat memicu resistensi insulin dan mengganggu sekresi insulin, yang selanjutnya meningkatkan kematian sel (apoptosis) pada sel beta pankreas. Dengan adanya penurunan fungsi dari sel beta dan peningkatan glukotoksisitas dapat menyebabkan kerusakan lebih parah. Kerusakan metabolisme sel beta yang terjadi disebabkan oleh peradangan insulitis dapat memperburuk disfungsi metabolik pada diabetes.

3. Patofisiologi Diabetes Melitus Tipe 2

Gangguan dalam interaksi umpan balik antara kerja insulin dan pelepasannya berperan dalam mengatur kadar glukosa darah. Namun, apabila terjadi disfungsi pada sel-β, produksi insulin akan menurun, sehingga tubuh mengalami kesulitan dalam mempertahankan kadar glukosa darah dalam rentang normal. Sebaliknya, Resistensi Insulin (IR) berperan dalam meningkatkan produksi glukosa di hati serta mengurangi penyerapan glukosa di jaringan otot, hati dan lemak meskipun kedua proses ini adalah tahap awal dari perkembangan penyakit dan kontribusi pada kemunculan masalah kesehatan, disfungsi sel-β biasanya lebih parah dibandingkan IR. Akan tetapi, ketika keduanya bersamaan kondisi hiperglikemia akan semakin berat dan

mempercepat perkembangan diabetes melitus tipe 2 (T2DM) (Galicia-garcia *et al*., 2020).

4. Epidemiologi dan Prevalensi Diabetes Melitus

Munculnya penyakit diabetes sebenarnya sudah berkembang selama bertahun-tahun sebelum akhirnya terdeteksi melalui diagnosis. Secara global, diperkirakan sekitar 45,8% (174,8 juta kasus) diabetes melitus pada orang dewasa tidak terdiagnosis yang mengakibatkan sebagian dari populasi tersebut tidak diobati sehingga lebih rentan untuk mengalami komplikasi yang lebih besar dari orang yang menerima pengobatan. Di negara-negara maju, jumlah orang dewasa yang mengidap diabetes melitus diperkirakan akan meningkat sebesar 20%-69% antara tahun 2010 dan 2030. Dengan epidemi DMT2 yang berkembang pesat, Asia menjadi wilayah utama. Sedangkan China dan India adalah dua pusat utama pandemik DMT2 (Zheng *et al*., 2018).

Secara global, 415 juta orang dewasa atau 1 dari 11 orang dewasa yang berusia 20-79 tahun menderita diabetes melitus dan diperkirakan akan terus meningkat hingga tahun 2040, peningkatan lebih banyak terjadi pada wilayah-wilayah yang tengah mengalami transisi ekonomi dari yang pendapatan rendah ke pendapatan menengah. Sebagian besar kasus yang tercatat, lebih dari 90% adalah diabetes melitus tipe 2 (DMT2). Pendorong utama dari epidemi ini terus-menerus bertambah adalah meningkatnya jumlah obesitas di seluruh wilayah, kurangnya beraktivitas, pola makan yang

tidak seimbang seperti makanan berlemak yang berlebihan, manis dan makanan olahan (Zheng *et al*., 2018).

5. Faktor Risiko DM Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko yang secara umum terbagi menjadi dua kategori, yakni faktor yang dapat dikendalikan dan faktor yang tidak dapat dikendalikan. Faktor yang dapat dikendalikan meliputi gaya hidup dan kondisi kesehatan tertentu, seperti tekanan darah tinggi, stres, konsumsi alkohol, serta kelebihan berat badan atau obesitas. Di antara faktor-faktor tersebut, obesitas menunjukkan keterkaitan yang kuat dengan peningkatan kadar gula darah, terutama pada individu dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) di atas 23, yang lebih rentan mengalami gangguan regulasi glukosa. Sementara itu, faktor yang tidak dapat dikendalikan mencakup aspek seperti usia, jenis kelamin, dan riwayat keturunan. Risiko terkena diabetes melitus tipe 2 cenderung meningkat seiring bertambahnya usia, khususnya pada individu yang berusia 45 tahun ke atas. Hingga saat ini, belum terdapat bukti penelitian yang secara pasti membuktikan hubungan langsung antara jenis kelamin dan kejadian diabetes melitus, meskipun data di Amerika Serikat menunjukkan prevalensi yang sedikit lebih tinggi pada perempuan. Walaupun bukan termasuk penyakit menular, diabetes dapat diwariskan secara genetik dari orang tua kepada keturunannya (Nasution *et al*., 2021).

Menurut (Rahmasari & Wahyuni, 2019), adapun beberapa faktor risiko penyebab penyakit diabetes melitus, yaitu :

a. Obesitas

Faktor ini merupakan salah satu indikator utama bahwa seseorang berada dalam kondisi pra-diabetes. Obesitas mengganggu pengaturan metabolisme energi melalui dua mekanisme utama, yaitu dengan menurunkan sensitivitas terhadap leptin dan meningkatkan resistensi insulin. Leptin merupakan hormon yang berperan dalam pengaturan gen terkait obesitas dan bekerja di area hipotalamus untuk mengelola simpanan lemak tubuh serta membantu mengubah lemak menjadi energi. Pada orang dengan kelebihan berat badan, kadar leptin cenderung lebih tinggi, namun kemampuannya dalam mengatur metabolisme sering kali menurun karena terjadinya resistensi terhadap hormon ini.

b. Faktor genetik

Faktor keturunan atau genetik juga berperan penting dalam perkembangan diabetes melitus. Apabila kedua orang tua mengidap diabetes, maka anak-anak berisiko tinggi untuk mengalami diabetes. Pada kembar identik, jika salah satunya mengalami DM kemungkinan kembar lainnya juga berisiko terkena kondisi tersebut.

c. Usia

Usia merupakan faktor yang umum mempengaruhi risiko seseorang mengalami diabetes. Risiko yang akan dialami akan secara signifikan meningkat setelah penderita berusia 45 tahun. Pada usia tersebut, orang akan cenderung menjadi kurang aktif, mengalami peningkatan berat badan dan kehilangan massa otot, yang dapat berkontribusi pada disfungsi

pankreas. Disfungsi pankreas ini menyebabkan penurunan produksi insulin sehingga kadar glukosa darah meningkat.

d. Makanan

Tubuh memerlukan pola makan yang seimbang untuk menyediakan energi bagi fungsi vitalnya. Komsumsi makanan secara berlebihan dapat mengganggu fungsi pankreas dalam memproduksi insulin, sehingga berpotensi meningkatkan kadar gula darah. Seseorang yang obesitas disarankan untuk menjalani diet guna mengurangi asupan kalori hingga mencapai berat badan ideal. mengurangi asupan kalori sebesar 500–1000 Kkal per hari dapat menghasilkan penurunan berat badan secara bertahap sekitar 0,5–1 kg per minggu. Penurunan berat badan dalam kisaran 2,5 hingga 7 kg terbukti dapat berkontribusi pada perbaikan kadar glukosa darah, sehingga membantu dalam pengelolaan diabetes melitus, khususnya pada individu dengan kelebihan berat badan atau obesitas.

e. Kurangnya beraktivitas

Minimnya aktivitas fisik dapat memicu terjadinya obesitas serta menurunkan sensitivitas tubuh terhadap insulin, yang berujung pada perkembangan DM. Aktivitas secara rutin dapat membantu mencengah atau memperlambat perkembangan diabetes melalui peningkatan sensitivitas insulin, peningkatan toleransi glukosa, pengurangan lemak tubuh serta perubahan positif pada jaringan otot.

f. Stres

Stres dapat meningkatkan laju metabolisme tubuh dan kebutuhan energi, sehingga memberatkan kerja pankreas. Beban kerja pankreas yang berlebihan ini berpotensi menyebabkan kerusakan pada pankreas dan penurunan kemampuan produksi insulin.

6. Komplikasi Diabetes Melitus Tipe 2

Komplikasi dari DMT2 merupakan penyebab utama dari sebagian besar kasus morbiditas dan mortalitas. Di Amerika Serikat, diabetes melitus menjadi penyebab utama kebutaan, gagal ginjal, serta amputasi pada ekstremitas bawah yang bukan disebabkan oleh cedera. Deteksi dini serta kontrol glikemik yang ketat merupakan salah satu upaya untuk mengurangi risiko komplikasi dapat mencegah dan memperlambat banyak individu dengan DM tipe 2 (Suryanegara *et al*., 2021).

Menurut (Suryanegara *et al.*, 2021), salah satu komplikasi yang dapat terjadi yaitu komplikasi kronis yang terbagi atas beberapa jenis, yaitu :

a. Penyakit Arteri Koroner

Penyakit ini merupakan penyebab utama kematian secara global, mengakibatkan lebih banyak kematian setiap tahunnya dibandingkan penyakit lainnya. Individu dengan diabetes melitus tipe 2 memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit kardiovaskular, yang merupakan salah satu komplikasi serius dari kondisi tersebut.

b. Penyakit Arteri Perifer

Salah satu komplikasi diabetes melitus tipe 2 yang dimana arteri ekstremitas bawah mengalami aterosklerosis yang berikatan dengan aterotrombosis pembuluh darah vaskular lainnya. Munculnya diabetes melitus dapat meningkatkan risiko PAD dan mempercepat perkembangan penyakit, sehingga panderita menjadi lebih rentan mengalami iskemia dan penurunan fungsi ekstremitas dibandingkan dengan individu tanpa diabetes. Hubungan antara diabetes melitus dengan PAD terjadi disebabkan oleh peningkatan kadar sitokin proinflamasi dalam sirkulasi darah, seperti TNF-α dan interleukin-6.

c. Penyakit Serebrovaskular

Cerebrovascular accident atau yang bisa dikenal dengan stroke merupakan gangguan akut dari perfusi atau pembuluh darah otak. Kondisi ini akan meningkatkan risiko kejadian serebrovaskular, terutama pada individu dengan faktor risiko seperti diabetes yang tidak terkontrol, hipertensi yang tidak dikelola dengan baik, kebiasaan merokok dan fibrilasi atrium. Stroke merupakan salah satu komplikasi yang paling umum dan memiliki prevalensi tinggi. Selain itu, ada penyakit lain yang dikaitkan dengan patologi vaskular, seperti vasculitis dan beberapa penyakit autoimun. Sekitar 20% kematian pada pasien diabetes disebabkan oleh stroke dan penderita diabetes memiliki prognosis yang lebih buruk dengan risiko dua kali lebih besar untuk mengalami stroke berulang.

B. Tinjauan Umum Obesitas

1. Definisi Obesitas

Obesitas merupakan salah satu keadaan patologis akibat dari mengomsumsi makanan berlebih yang dapat menyebabkan penimbunan lemak berlebih dari keperluan tubuh untuk menjalankan fungsinya. Pada umumnya obesitas menyebabkan penumpukan lemak yang ada pada daerah subkutan dan jaringan lainnya. Obesitas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : kebiasaan individu, faktor situasi, genetik, budaya dan juga sosial-ekonomi, semuanya yang berperan dalam membentuk pola makan dan kemampuan mengatur berat badan. Obesitas terjadi ketika komsumsi energi yang diterima oleh tubuh lebih besar daripada asupan energi yang dikeluarkan. Apabila energi yang diterima dalam jumlah besar melalui makanan lebih dari yang dibutuhkan tubuh, Akibat kelebihan asupan energi, berat badan akan meningkat karena kelebihan energi tersebut disimpan dalam bentuk lemak tubuh. Setiap kelebihan energi sebesar 9, kalori yang tidak digunakan akan disimpan sekitar 1 gram lemak dalam tubuh (Fauziyah & Afiani, 2020).

2. Pengukuran Obesitas

Pengukuran yang digunakan untuk mengukur obesitas disebut dengan pengukuran antropometri. Antropometri biasanya digunakan untuk mengukur dan mengamati keseimbangan asupan nutrisi melalui pengamatan terhadap pertumbuhan fisik serta proporsi berbagai jaringan tubuh, seperti massa otot, lemak, dan kandungan air. Komponen-komponen ini berperan penting dalam

menentukan status kesehatan dan kebugaran seseorang (Fauziyah & Afiani, 2020).

a. Pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT)

Rumus Perhitungan IMT :

$$IMT = \frac{Berat\ Badan\ (Kg)}{Tinggi\ Badan\ (m)\ x\ Tinggi\ Badan\ (m)}$$

Setelah jumlah IMT didapatkan, pengkategorian status gizi dilihat menggunakan ambang batas berdasarkan WHO.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Obesitas Pada Orang Dewasa Berdasarkan IMT Menurut WHO

Ambang Batas	**Kategori Status Gizi**
IMT < 18,5	Berat Badan Kurang (*underweight*)
IMT 18,5 – 22,9	Berat Badan Normal
IMT ≥ 23	Kelebihan Berat badan (*Overweight*)
IMT 23 – 24,9	Dengan Risiko
IMT 25 – 29,9	Obesitas I
IMT ≥ 30	Obesitas II

Sumber : *Redefining Obesity WHO Western Pacific Region, 2000*

b. Lingkar Pinggang

Pelebaran pinggang merupakan salh satu ciri khas penderita obesitas dan telah dipastikan ukuran pinggangnya berada diatas batas normal ukuran lingkar pinggang. Dalam dunia kesehatan, pengukuran lingkar pinggang digunakan sebagai indikator untuk menilai distribusi lemak

tubuh. Pengukuran ini tidak bisa dijadikan sebagai bahan untuk mengdiagnosis kondisi seseorang serta tidak berlaku untuk kelompok tertentu seperti wanita hamil, lansia, binaragawan dan orang cacat. Alat yang digunakan adalah pita pengukur elastis (meteran) (Fauziyah & Afiani, 2020).

Menurut (Fauziyah & Afiani, 2020), langkah-langkah pengukuran lingkar pinggang menggunakan pita ukur (medline) adalah sebagai berikut:

1) Tentukan terlebih dahulu batas bawah tulang iga terakhir dan puncak tulang ilium.
2) Cari titik tengah antara kedua batas tersebut dan tandai titik tersebut.
3) Letakkan pita pengukur secara horizontal mengelilingi tubuh tepat pada titik yang telah ditandai dan pastikan pita tersebut terpasang dengan pas.
4) Lakukan pengukuran.
5) Baca dan catat hasil ukuran lingkar pinggang dengan tepat.

Tabel 2. 2 Kriteria Ukuran Lingkar Pinggang Berdasarkan Etnis

Negara/Grup Etnis	**Lingkar Pinggang (cm) Pada Obesitas**
Eropa	Pria > 94, Wanita > 80
Asia selatan, Populasi china, Melayu dan Asia-India	Pria > 90, Wanita > 80
China	Pria > 90, Wanita > 80
Jepang	Pria > 85, Wanita > 80

Amerika Tengah	Gunakan rekomendasi Asia Selatan hingga tersedia data spesifik
Sub-sahara Afrika	Gunakan rekomendasi Asia Selatan hingga tersedia data spesifik
Timur Tengah	Gunakan rekomendasi Asia Selatan hingga tersedia data spesifik

Sumber : Internasional Diabetes Federation (IDF)

c. Persen Lemak Tubuh

Persentase lemak tubuh mencerminkan keseimbangan antara asupan dan pemanfaatan nutrisi dalam tubuh. Jika asupan nutrisi melebihi kebutuhan energi harian, kelebihan tersebut akan disimpan dalam bentuk lemak sebagai cadangan energi. Lemak ini dikenal sebagai lemak tubuh esensial dan sering dikaitkan dengan angka kejadian penyakit degenerative dalam berbagai studi. Komposisi lemak tubuh dapat diukur melalui berbagai metode, salah satunya adalah pengukuran skinfold pada beberapa titik tubuh seperti triceps, biseps, subscapula, suprailiaka, dan lainnya. Selain itu, terdapat metode menggunakan alat *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) yang menentukan persentase lemak tubuh berdasarkan konduktivitas listrik. Metode BIA ini dikenal mampu memperkirakan komposisi tubuh seseorang dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan alat pengukuran lainnya (Fauziyah & Afiani, 2020).

Pengukuran persen lemak tubuh dengan menggunakan metode BIA dilakukan dengan cara (Fauziyah & Afiani, 2020) :

1) Pasien akan diminta untuk melepas semua benda yang terbuat dari logam.
2) Masukkan data pasien yang mencakup berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin.
3) Pasien akan berdiri didepan alat BIA dan alat bekerja hingga muncul hasil persen lemak tubuh.

Tabel 2. 3 Klasifikasi Persen Lemak Tubuh Pada Pria Dan Wanita

Tingkat	**Pria (%)**	**Wanita (%)**
Atletik	6 – 10	10 – 15
Good	11 – 14	16 – 19
Acceptable	15 – 18	20 – 25
Overweight	19 – 24	26 – 29
Obesitas	25 atau lebih	30 atau lebih

3. Peran Obesitas Dalam Meningkatkan Resistensi Insulin

Obesitas berperan signifikan dalam perkembangan diabetes melitus tipe 2 melalui mekanisme patofisiologi yang kompleks. Salah satu mekanisme utamanya yaitu resistensi insulin, yaitu kondisi ini terjadi ketika sel-sel tubuh tidak merespons insulin dengan efektif, sehingga glukosa gagal diserap dengan baik dan menumpuk dalam aliran darah. Keadaan ini sering kali disebabkan oleh penumpukan lemak visceral, yaitu lemak yang mengelilingi organ-organ internal. Lemak visceral akan melakukan pelepasan zat-zat peradangan yang dapat mengganggu fungsi insulin. Pankreas akan memproduksi lebih banyak insulin atau biasa dikenal dengan kondisi

hiperinsulinemia. Kondisi ini berlangsung dalam jangka panjang dapat menyebabkan kelelahan dan kerusakan pada sel beta yang berperan dalam memproduksi insulin. Hal ini akan menyebabkan penurunan produksi insulin, yang dapat memperburuk resistensi insulin sehingga meningkatkan risiko diabetes meltus tipe 2. Disfungsi sel beta dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti Hiperinsulinemia, inflamasi kronis dan juga stress oksidatif. Oleh karena itu, obesitas dianggap dapat memicu gangguan metabolisme glukosa dan berkontribusi dalam perkembangan diabetes melitus tipe 2 (Tangganah, 2024).

4. Dampak Obesitas

Obesitas yang terjadi pada seseorang yang DM dapat mempengaruhi metabolisme tubuh yang akan menyebabkan perubahan pada jaringan adiposa yang mengalami ekspansi melalui hipertrofi dan hiperplasia yang sangat signifikan. Perubahan yang terjadi ini memiliki ikatan yang erat dengan resistensi insulin, gangguan metabolisme lipid dan juga perkembangan sindrom metabolik. Obesitas dapat menyebabkan perkembangan dislipidemia, yang ditandai oleh peningkatan kadar trigliserida dan VLDL serta penurunan kadar kolesterol HDL. Kondisi ini berkontribusi pada peningkatan risiko penyakit kardiovaskular. Proses metabolisme yang mengalami gangguan, seperti lipogenesis berlebih yang berperan dalam pembentukan lemak dihati. Aktivitas AMPK yang memainkan peran penting dalam mengatur metabolisme lipid di hati, menghambat lipogensis dan dapat meningkatkan oksidasi asam lemak. Selain itu, ketidakseimbangan antara

sintesis lipid dan oksidasi mitokondria yang berperan dalam perkembangan NAFLD (Giudetti, 2023).

C. Tinjauan Khusus Glukosa Darah

1. Definisi Glukosa Darah

Glukosa merupakan jenis karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi utama bagi tubuh dan digunakan dalam proses produksi energi. Glukosa didapatkan dari makanan yang mengandung karbohidrat, termasuk monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Karbohidrat tersebut kemudian diolah oleh hati menjadi glukosa yang digunakan dalam proses metabolisme energi. Tubuh menyimpan glukosa dalam bentuk glikogen, yang sebagian tersimpan dalam plasma darah sebagai glukosa darah. Selain itu, glukosa juga memiliki peran penting dalam mendukung fungsi otak dan proses metabolisme tubuh (Rosares & Boy, 2022).

2. Jenis-Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah

Menurut (Alydrus & Fauzan, 2022), Pemeriksaan glukosa darah diperlukan untuk mengetahui kadar gula (glukosa) didalam darah dan dengan adanya pemeriksaan ini juga dapat membantu dokter untuk mendiagnosis penyakit diabetes. Berikut adalah beberapa jenis pemeriksaan glukosa darah yang dilakukan terhadap penderita diabetes, yaitu :

a. Glukosa Darah Sewaktu

Pemeriksaan ini dilakukan kapan saja tanpa persyaratan khusus yang diberikan kepada pasien sebelum melakukan pemeriksaan seperti melakukan puasa atau memperhatikan makanan terakhir yang dikomsumsi

oleh pasien. Tes ini biasanya digunakan untuk mendeteksi adanya kemungkinan pasien mengalami penyakit diabetes melitus. Normalnya kadar dari pemeriksaan ini adalah < 140 mg/dl.

b. Glukosa Darah Puasa

Pemeriksaan ini dilakukan setelah pasien menjalani puasa selama 10-12 jam, di mana pasien hanya diperbolehkan mengonsumsi air putih tanpa makanan apapun. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran umum mengenai keseimbangan kadar glukosa dalam tubuh atau hemostasis glukosa. Pemeriksaan ini sebaiknya dilakukan secara rutin. Kadar glukosa darah puasa normalnya berkisaran 70-110 mg/dl.

c. Glukosa 2 jam Post Prandial

Pemeriksaan ini dilakukan dengan mengambil sampel darah dua jam setelah pasien mengonsumsi makanan atau larutan glukosa. Tes glukosa darah dua jam postprandial bertujuan untuk mengevaluasi respons metabolik tubuh terhadap asupan karbohidrat. Pada individu dengan metabolisme normal, kadar glukosa darah dua jam setelah makan biasanya tidak melebihi 140 mg/dl. Jika kadar glukosa berada di bawah angka tersebut, hal ini menunjukkan bahwa tubuh mampu memproses dan mengeliminasi glukosa dengan baik. Namun, jika kadar glukosa tetap tinggi setelah dua jam, maka hal ini menandakan adanya gangguan dalam metabolisme glukosa atau kemungkinan resistensi insulin.

d. Tes Toleransi Glukosa Oral

Tes ini dilakukan untuk memastikan diagnosis ketika hasil pemeriksaan glukosa darah sebelumnya terdapat keraguan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara memberikan pasien karbohidrat (larutan gula). Tetapi perlu diperhatikan terlebih dahulu sebelum memberikan karbohidrat kepada pasien, seperti berada dalam kondisi gizi yang stabil, tidak sedang mengomsumsi obat-obatan tertentu seperti salisilat, diuretik, steroid, obat anti kejang atau kontrasepsi oral, serta tidak merokok. Selain itu, pasien juga harus berpuasa selama 12 jam sebelum pemeriksaan.

3. Hubungan hiperglikemia dengan dislipidemia

Dislipidemia merupakan kondisi kelainan metabolik yang terjadi akibat ketidakseimbangan lemak dalam darah. Kondisi ini ditandai oleh meningkatnya kadar lemak jahat, seperti kolesterol total, LDL, dan trigliserida, disertai penurunan kadar kolesterol baik (HDL). Ketidakseimbangan antara LDL dan HDL yang terjadi dalam jangka panjang dapat memicu penumpukan lemak di dinding arteri, yang pada akhirnya menyebabkan pengerasan pembuluh darah atau aterosklerosis. Faktor-faktor seperti gaya hidup tidak aktif, kebiasaan merokok, pola makan yang tidak sehat, serta stres emosional berperan besar dalam perkembangan dislipidemia. Dislipidemia juga bersifat genetik (primer) atau timbul akibat faktor eksternal (sekunder), seperti penggunaan obat yang dapat meningkatkan kadar lipid di dalam darah (Saragih, 2020).

Seseorang yang mengalami dislipidemia akan menyebabkan terjadinya gejala akibat kolesterol yang terlalu tinggi, gejala yang ditimbulkan adalah kesemutan pada tangan dan kaki, serta rasa pusing. Rasa kebas pada kaki dan tangan disebabkan oleh adanya penumpukan kolesterol yang mengakibatkan pembuluh darah dikaki dan tangan mengalami penyumbatan, penumpukan ini dapat terjadi terus-menerus sehingga penderita akan merasakan kebas. Kesemutan yang terjadi pada penderita dislipidemia juga memiliki kaitan dengan gangguan aliran darah ke saraf, akibat pengentalan darah yang disebabkan oleh kadar kolesterol yang tinggi. Pusing yang terjadi pada bagian belakang kepala penderita disebabkan oleh penyumbatan pembuluh darah di area kepala akibat pembentukan plak kolesterol. Kondisi ini berisiko menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan berujung pada stroke (Fonna & Rahmat, 2023).

Hiperglikemia dan dislipidemia yang terjadi terus-menerus dapat menyebabkan stres oksidatif. Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan pada pembentukan ox-LDL. Ox-LDL akan merangsang aktivitas sel imun dan juga meningkatkan molekul adhesi yang akan menyebabkan akumulasi sel busa pada pembuluh darah penderita. Sel busa yang mati kemudian akan membentuk inti netrotik yang dapat memperburuk penumpukan plak atau yang dikenal dengan lesi aterosklerotik. Proses ini yang akan mendorong perkembangan penyakit kardiovaskular aterosklerotik, seperti stroke dan serangan jantung (Hasheminasabgorji & Jha, 2021).

D. Tinjauan Umum HDL (*High Density Lipoprotein*)

1. Definisi HDL

Salah satu komponen profil lipid yang bermanfaat bagi pasien adalah HDL. HDL berperan dalam mengangkut kolesterol jahat (LDL) dari dinding pembuluh darah, sehingga mencegah penumpukan kolesterol di lapisan endotel. Setelah itu, kolesterol tersebut dibawa ke hati untuk diolah dan akhirnya dikeluarkan melalui saluran pencernaan. Aterosklerosis terjadi akibat penumpukan kolesterol jahat di dinding pembuluh darah, sehingga keberadaan HDL sangat penting untuk membersihkan pembuluh darah dari kolesterol tersebut. Selain fungsi pengangkutan kolesterol jahat, HDL juga membantu pelebaran pembuluh darah dengan meningkatkan produksi oksida nitrat (NO) (Rafsanjani *et al*., 2019).

Dalam proses tersebut, Kadar HDL yang mengalami peningkatan dalam darah dikaitkan dengan risiko rendah terhadap penyakit jantung dan juga stroke. Range nilai HDL yang dikategorikan normal pada wanita adalah berkisar < 45 mg/dl dan > 35 mg/dl untuk pria. HDL memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan terutama kesehatan kardiovaskular. HDL memiliki sifat anti-inflamasi yang berguna dalam melawan peradangan di dalam dinding pembuluh darah yang menjadi faktor utama pemicu dari aterosklerosis (Rais *et al*., 2024).

2. Faktor Risiko

Kadar HDL kolesterol yang rendah termasuk faktor risiko penting untuk penyakit jantung, karena penurunan kadar HDL dapat menyebabkan

pembuluh darah jantung menjadi sempit dan keras, kondisi yang disebut aterosklerosis. Pada penderita diabetes melitus, penurunan kadar HDL diyakini meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, karena HDL berfungsi mencegah proses aterogenesis. Selain itu, kadar HDL yang rendah biasanya disertai dengan peningkatan lipoprotein yang mengandung apo-B, yang bersifat aterogenik. Kadar HDL rendah juga sering dikaitkan dengan faktor risiko non-lipid yang menjadi bagian dari sindrom metabolik (Nurdin *et al*., 2022).

E. Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan HDL Pada DM Tipe 2 Dengan Obesitas

Glukosa darah memiliki peran yang dapat mempengaruhi kadar HDL pada penderita diabetes melitus (DM) tipe 2 yang berkaitan dengan adanya perubahan pada metabolisme lemak yang mengakibatkan menurunnya fungsi dari insulin (resistensi insulin). Keadaan ini akan mengakibatkan peningkatan aktivitas lipase yang diatur hormon pada jaringan adipose terjadi peningkatan pemecahan trigliserida yeng menyebabkan tubuh akan menghasilkan kelebihan asam lemak bebas yang dibawah ke hati, dimana asam lemak bebas ini akan diubah menjadi trigliserida dan membentuk VLDL. VLDL yang memiliki kadar trigliserida tinggi dapat bertukar dengan kolesterol ester pada HDL, sehingga menghasilkan HDL yang mengandung banyak trigliserida tetapi sedikit kolesterol ester. Jenis HDL ini lebih mudah dihancurkan oleh ginjal, yang akhirnya menyebabkan penurunan kadar HDL dalam darah. *(*Pratiwi *et al*., 2021).

Selain itu, peningkatan kadar HDL-C dan ApoA-1 mendukung kontrol glikemik melalui peningkatan kapasitas antioksidan HDL dan pengangkutan kolesterol terbalik. Proses ini membantu melindungi sel beta pankreas dari kerusakan akibat kolesterol, peradangan dan apoptosis. Beberapa protein yang terkait dengan HDL, seperti ApoA-1 dan ApoA-4, juga memiliki peran penting dalam mendukung sekresi insulin dan pengaturan glukosa (Xepapadaki *et al*., 2021).

F. Tinjauan Umum Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah dan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*)

1. Definisi Architect ci 4100

Sistem Abbott Architect ci merupakan alat terintergritas yang dirancang untuk melakukan uji kimia otomatis dengan memanfaatkan teknologi fotometri dan potensiometri serta uji immunoassay yang memanfaatkan teknologi deteksi *Chemiluminescent Microparticle* Immunoassay (CMIA). Alat ini dapat memberikan hasil yang cepat dan rutin sesuai dengan protokol akses yang fleksibel. Sistem ini memiliki fitur yang memungkinkan untuk akses berkelanjutan ke reagen, kontrol, kalibrasi, sampel dan larutan massal (Inzitari *et al*., 2021).

Architect ci 4100 merupakan alat yang menggabungkan antara instrumen Architect c 4000 dan Architect i1000 SR sehingga alat ini menawarkan hasil yang lebih maksimal hingga 900 pengujian per jamnya, termasuk 800 pengujian kimia klinis dan 100 pengujian immunoassay. Kapasitasnya dapat memuat 180 spesimen uji dengan 35 posisi prioritas, dan Architect ci 4100

dapat menyimpan sebanyak 115 jenis reagen. Alat ini digunakan khusus untuk diagnostic *in vitro* (Abbott, 2024).



Gambar 2. 1 Architect Plus ci4100

2. Prinsip Kerja

Berdasarkan Hukum Lambert-Beer menjelaskan bahwa absorban, yaitu jumlah radiasi cahaya yang diserap oleh suatu zat, berbanding lurus dengan konsentrasi larutan analit. Sebaliknya, absorban memiliki hubungan terbalik dengan transmitan, yaitu jumlah radiasi cahaya yang melewati zat dan diterima oleh detektor (Agustin & Agustina, 2020).

3. Jaminan Mutu Dan Pemantapan Mutu

a. Jaminan Mutu

Jaminan Mutu adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan secara sistematis dan terencana dalam pengelolaan mutu laboratorium untuk memastikan bahwa data hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang baik. Tingkat jaminan mutu mencakup beberapa aspek, yaitu validasi metode analisis, penjaminan mutu internal yang menggunakan peta kendali, serta penjaminan mutu eksternal yang dilakukan melalui uji banding antar laboratorium dan proses akreditasi (Afifah *et al*., 2021)

b. Pemantapan Mutu

Pemantapan mutu merupakan usaha untuk menjamin keakuratan dan ketelitian hasil pemeriksaan laboratorium. Pemantapan mutu dibagi menjadi dua jenis, yaitu (Anggraini *et al*., 2022) :

1) Pemantapan Mutu Internal (PMI) adalah serangkaian kegiatan pengendalian dan pencegahan yang rutin dilakukan oleh laboratorium sendiri guna menjaga kualitas hasil pemeriksaan. Tujuan PMI adalah meminimalisir kesalahan yang bisa mempengaruhi hasil sehingga hasil dari pemeriksaan tetap valid dan dapat diandalkan. Proses Pemantapan Mutu Internal (PMI) mencakup seluruh tahapan pemeriksaan laboratorium, dimulai dari fase pra-analitik, analitik, hingga pasca-analitik.
2) Pemantapan Mutu Eksternal (PME) merupakan kegiatan evaluasi yang dilakukan oleh pihak luar laboratorium secara berkala, seperti instansi pemerintah, lembaga swasta, atau organisasi internasional. Dalam proses ini, laboratorium menerima sampel secara periodik untuk dianalisis sebagai bagian dari program pengawasan mutu eksternal.

4. Parameter Kualitas Pemeriksaan

a. Akurasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana metode analisis yang digunakan berhasil melalui pengukuran nilai perolehan kembali (*recovery*). Nilai *recovery* tersebut berfungsi sebagai standar pembanding untuk menilai kedekatan hasil analisis dengan kadar analit

sebenarnya. Akurasi menjadi parameter penting dalam menilai kualitas suatu metode analisis (Ramadhan & Musfiroh, 2021).

a. Presisi

Presisi mengacu pada kemampuan metode analisis dalam menghasilkan hasil yang konsisten ketika pengujian dilakukan berulang kali dalam kondisi yang sama. Presisi diukur menggunakan Simpang Baku Relatif (SBR), di mana nilai SBR yang diterima harus kurang dari 2%. Presisi terbagi menjadi tiga jenis, yaitu ketiruan (*reproducibility*), keterulangan (*repeatability*), dan presisi antar kondisi (*intermediate precision*) (Ramadhan & Musfiroh, 2021).

b. Sensitivitas

Uji sensitivitas digunakan untuk membandingkan efektivitas beberapa metode dalam mendeteksi analit. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa responsif suatu metode terhadap perubahan kadar analit. Semakin tinggi sensitivitasnya maka semakin baik metode tersebut dalam melakukan pengukuran (Ramadhani & Swalaganata, 2024).

c. Spesifisitas

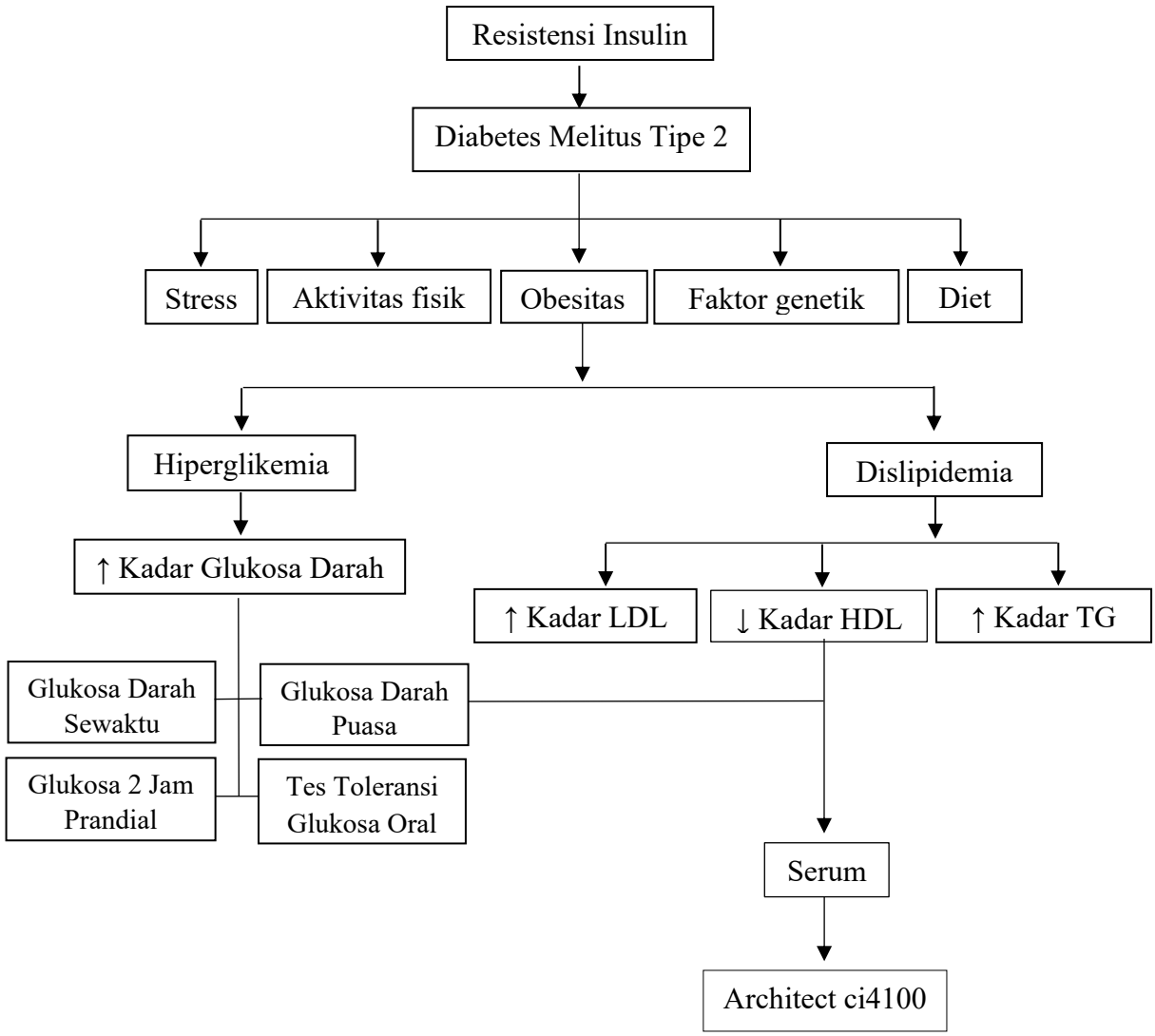
Spesifisitas adalah kemampuan suatu metode analisis untuk mendeteksi analit tertentu secara tepat tanpa dipengaruhi oleh zat pengotor. Pengujian spesifisitas dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sampel yang ditambah dengan degradasi analit, pengotor, dan eksipien, dengan hasil sampel asli tanpa tambahan apapun (Ramadhan & Musfiroh, 2021).

5. Interferensi Pemeriksaan Glukosa Darah Dan HDL (High Density Lipoprotein)

Secara umum, Sebagian besar kesalahan dalam hasil pemeriksaan berkaitan dengan tahap pra-analitik. Kesalahan itu terjadi selama pengumpulan dan pengolahan spesimen. Zat-zat yang dapat mengganggu analisis menjadi masalah pada tahap pra-analitik yang sering dialami didalam laboratorium adalah hemolisis, lipemia dan ikterus (Wirawan *et al*., 2023).

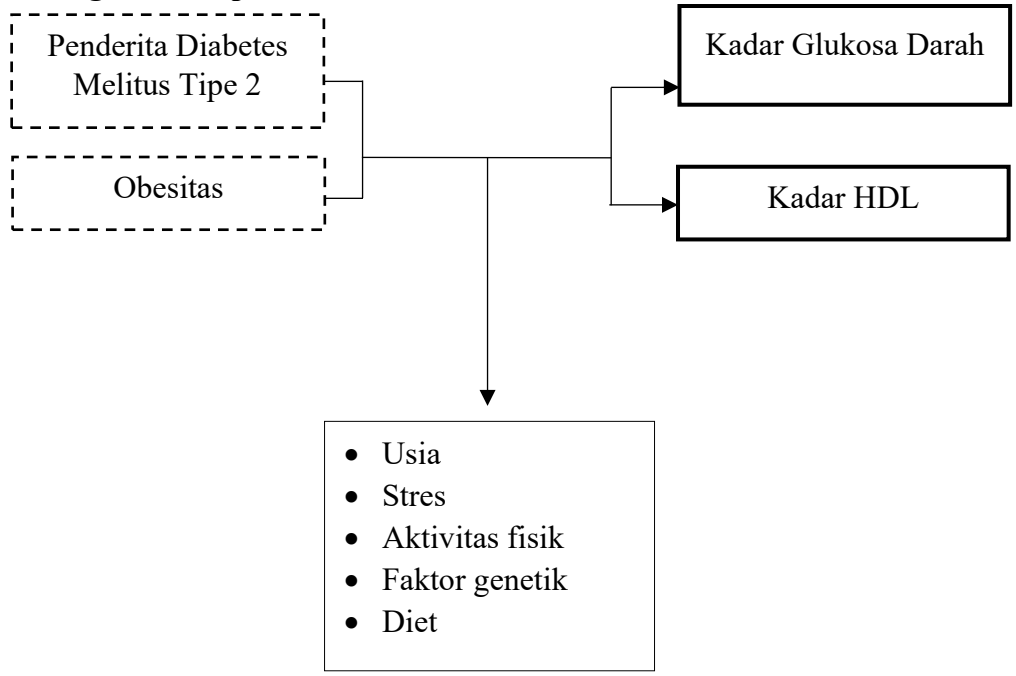
Hemolisis, Ikterus dan Lipemia (HIL) adalah faktor pengganggu pada tahap pra-analitik yang dapat menyebabkan gangguan endogen, yang berpotensi menyebabkan perubahan dalam hasil pemeriksaan laboratorium. Hemolisis terjadi saat eritrosit terganggu yang menyebabkan komponen intraselulernya terlepas terutama hemoglobin. Hal ini dapat mempengaruhi hasil laboratorium jika terjadi selama atau setelah pengambilan spesimen. Sehingga, dianggap sebagai salah satu penyebab utama dari spesimen tidak akurat di laboratorium klinis. Ikterus disebabkan oleh adanya peningkatan konsentrasi bilirubin dan lipemia muncul dari kadar partikel lipoprotein yang tinggi menyebabkan terjadinya kekeruhan pada sampel uji. Lipemia juga memiliki kaitan dengan kondisi patologis seperti gangguan metabolisme dan nutrisi serta penggunaan obat-obatan tertentu. Interferensi HIL terjadi melalui mekanisme spectral, kimia, pengenceran dan adiktif, tergantung pada panjang gelombang serapan puncak, reaksi silang potensial antara berbagai molekul dan adanya pelepasan zat intraeritrosit (Perez-Montero *et al*., 2023).

G. Kerangka Teori



Gambar 2. 2 Bagan Kerangka Teori

H. Kerangka Konsep



Gambar 2. 3 Bagan Kerangka Konsep

Keterangan :

Variabel bebas/Independen

Variabel terikat/Dependen

Variabel perancu

I. Definisi Operasional

1. Diabetes Melitus Tipe 2 adalah kondisi medis yang ditandai oleh gangguan metabolisme, yaitu peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) akibat tubuh mengalami resistensi terhadap insulin dan berkurangnya produksi insulin, yang sering kali disertai dengan obesitas.
2. Obesitas merupakan suatu kondisi akibat adanya penumpukan lemak visceral yang menumpuk di sekitar organ tubuh bagian dalam (organ internal).

Penilainnya obesitas didasari oleh IMT > 25 kg/m^2, Lingkar pinggang untuk orang asia pada wanita sebesar > 80 cm dan pria > 90 cm serta persen lemak tubuh pria > 25% dan wanita > 30%.

3. Kadar Glukosa Darah adalah sumber energi utama tubuh yang terdapat dalam darah. Pemeriksaan kadar glukosa darah menggunakan alat Architect ci4100 diukur dalam satuan mg/dL dengan rentang normal antara 70-110 mg/dL. Nilai ini bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti aktivitas fisik, pola makan, dan kondisi kesehatan individu.
4. Kadar HDL (High Density Lipoprotein) dikenal sebagai “kolesterol baik” karena berfungsi mengangkut kolesterol dari arteri kembali ke hati untuk diproses dan dikeluarkan dari tubuh. Tingginya kadar HDL berkaitan dengan penurunan risiko penyakit jantung. Pengukuran kadar HDL dilakukan menggunakan alat Architect ci4100, dengan nilai normal >35 mg/dL untuk pria dan >45 mg/dL untuk wanita.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian kuantitatif korelasional dengan pendekatan *Cross Sectional.* Dengan mengukur kadar glukosa darah dan kadar HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

   Lokasi pengambilan sampel di RS Stella Maris Makassar dan pengerjaan sampel penelitian di laksanakan pada Laboratorium RS Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar.

2. Waktu Penelitian

   Penelitian direncanakan pada bulan April-Mei 2025

C. Populasi dan Sampel

1. Populasi

   Populasi dalam penelitian ini terdiri dari pasien penderita Diabetes Melitus Tipe 2 dengan obesitas yang menjalani rawat jalan di Rumah Sakit Stella Maris Makassar pada periode Januari hingga November 2024.

2. Sampel

   Sampel dalam penelitian ini adalah pasien diabetes melitus tipe 2 yang mengalami obesitas di Rumah Sakit Stella Maris Makassar. Teknik pengukuran sampel menggunakan rumus slovin yaitu :

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

$$n = \frac{704}{1 + 704(0{,}18)^2}$$

$$n = \frac{704}{1 + 704\ (0{,}0324)}$$

$$n = \frac{704}{1 + 22{,}8096}$$

$$n = \frac{704}{23{,}8096}$$

$$n = 29{,}6 = 30$$

Keterangan

n : Jumlah sampel yang dibutuhkan

N : Ukuran populasi (jumlah individu dalam populasi)

e : Margin of error atau tingkat kesalahan yang dapat diterima = 18% atau 0,18

D. Kriteria Sampel

1. Kriteria Inklusi
   a. Pasien yang mengalami Diabetes Melitus Tipe 2 dengan kondisi obesitas.
   b. Umur 25-80 tahun.
   c. Tidak merokok.
2. Kriteria Ekslusi
   a. Sampel lipemik.
   b. Sampel lisis.
   c. Pasien dengan penyakit jantung atau kondisi medis lain (seperti hipertensi, gagal ginjal dan autoimun).
   d. Mengonsumsi obat-obatan tertentu (Simvastatin dan Fenofibrat).

E. Instrumen Penelitian

1. Alat

   Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Sentrifuge, Kuvet, Pipet Volumetrik, Tourniquet, Holder dan Alat Abbott Architect Plus ci 4100.

2. Bahan

   Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tabung vacuteiner merah, Kit reagen glukosa darah, Kit reagen HDL-Choles, Tip biru dan Sampel serum pasien.

3. Prinsip Pemeriksaan

   a. Prinsip Pemeriksaan Glukosa Darah

      Metode glukosa oksidase bekerja dengan mengubah glukosa darah melalui reaksi enzimatik menggunakan enzim glukosa oksidase menjadi asam glukonat dan hydrogen peroksidase (H_2O_2).

   b. Prinsip Pemeriksaan HDL

      Pemeriksaan ini akan menggunakan prinsip enzymatic, yang kolesterol ester dalam HDL akan diubah menjadi kolesterol bebas, yang kemudian dioksidasi untuk menghilangkan hidroperoksida. Perubahan warna yang terjadi sebanding dengan kadar kolesterol HDL dalam sampel.

F. Prosedur Kerja Penelitian

1. Tahap Pengambilan Sampel Darah Pasien

   Siapkan terlebih dahulu alat dan bahan yang akan digunakan kemudian minta pasien untuk meletakkan lengannya diatas meja sampling dan minta pasien untuk mengepalkan tangannya. Selanjutnya pasang tourniquet 5-10 cm

diatas lokasi pengambilan darah, lalu lakukan disinfeksi pada area pengambilan darah dengan menggunakan kapas alkohol 70% dan tunggu kering. Tusukkan jarum pada vena dengan sudut 15-30° dan masukkan tabung vacutainer ke dalam holder, ambil sesuai volume yang diperlukan. Lepaskan tourniquet setelah darah mulai mengalir kedalam tabung, setelah mengambil darah sesuai dengan yang diperlukan dilanjutkan dengan mengcabut jarum dan tekan area bekas tusukan dengan kapas steril. Setelah pengambilan sampel selanjutnya dilakukan pemisahan sampel dengan cara disentrifus sampel darah tersebut dengan kecepatan 3500 rpm dalam waktu 10-15 menit untuk mendapatkan serum, lalu dimasukkan serum ke dalam tabung serum.

2. Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah dan HDL (High Density Lipoprotein)

   Siapkan terlebih dahulu alat dan bahan yang diperlukan. Langkah awal, nyalakan alat Architect ci4100 dengan menekan tombol On/Off. Setelah itu, periksa kondisi Washer, Rinse, rak kuvet, serta reagen, lalu lakukan kontrol kualitas sebelum penggunaan alat. Jika hasil kontrol menunjukkan kondisi yang baik, alat siap dioperasikan. Kemudian, ambil serum menggunakan pipet volumetrik sebanyak 500 µL dan masukkan ke dalam cup sampel atau kuvet, lalu beri label sesuai identitas pasien. Tempatkan cup sampel pada rak sampel. Pada layar monitor, buka menu utama dan klik Worklist, lalu pilih Patient. Selanjutnya, klik Add New (+) untuk menambahkan data pasien baru. Isikan identitas pasien dan pilih parameter pemeriksaan Glukosa dan HDL, lalu klik OK. Setelah itu, pasang rak sampel ke dalam alat dan tekan tombol Pause. Tunggu hingga lampu indikator berubah menjadi hijau. Selanjutnya,

klik Start agar alat berjalan otomatis, lalu tunggu sampai hasil pemeriksaan muncul di layar monitor.

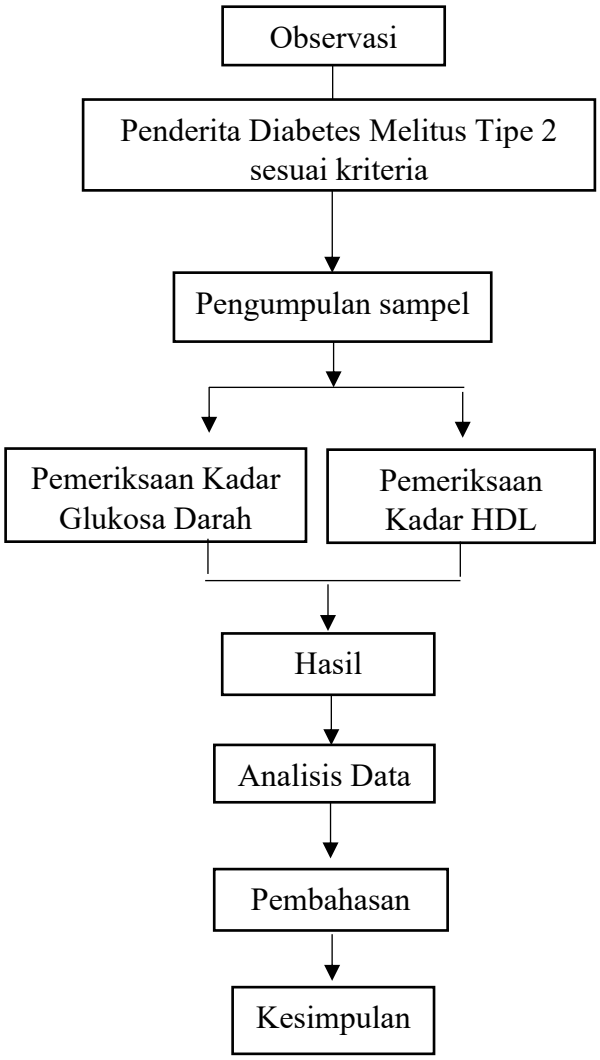
G. Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui observasi langsung di Rumah Sakit Stella Maris Makassar dengan mengumpulkan informasi mengenai jumlah penderita yang menjalani perawatan rawat jalan serta membagikan kuesioner.

H. Analisis Data

Data yang terkumpul dalam penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel menggunakan software SPSS. Analisis yang dilakukan meliputi Uji Normalitas untuk mengevaluasi distribusi data, serta Uji Korelasi Spearman dilakukan untuk menentukan apakah terdapat hubungan antara kadar glukosa darah dan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) pada pasien diabetes melitus tipe 2 yang mengalami obesitas.

I. Alur Penelitian



Gambar 2. 4 Bagan Alur Penelitian

J. Etika Penelitian

Sebelum penelitian ini dilakukan, maka peneliti akan senantiasa memperhatikan dan menjaga etika, antara lain sebagai berikut :

1. Informed consent (Lembaran persetujuan)

   Informed consent diberikan sebelum pelaksanaan penelitian sebagai bentuk persetujuan untuk menjadi responden. Pemberian informed consent bertujuan agar subjek penelitian memahami maksud dan tujuan penelitian

serta menyadari kemungkinan dampak yang mungkin timbul selama proses penelitian berlangsung.

2. Anonymity (Tanpa nama)

   Informed consent mengacu pada persetujuan yang diberikan oleh subjek penelitian, di mana identitas mereka tidak dicantumkan pada lembar pengumpulan data. Sebagai gantinya, peneliti menggunakan kode khusus untuk menjaga anonimitas responden.

3. Confidentiality (Kerahasiaan)

   Confidentiality berarti bahwa seluruh informasi yang diperoleh dari responden harus dijaga kerahasiaannya. Aspek ini merupakan bagian penting dari etika penelitian, di mana peneliti wajib memberikan jaminan bahwa data yang terkumpul tidak akan disebarluaskan atau disalahgunakan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar Glukosa Darah Puasa dan HDL (*High Density Lipoprotein*) pada pasien Diabetes Melitus tipe 2 dengan obesitas yang menjalani pemeriksaan rutin di Rumah Sakit Stella Maris Makassar pada bulan April 2025. Sebanyak 30 sampel dengan karakteristik tertentu dianalisis menggunakan alat Architect ci4100. Hasil penelitian tersebut disajikan dalam tabel berikut.

1. Karakteristik Responden

a) Usia Responden Penderita Diabetes Melitus Tipe 2

Tabel 4. 1 Distribusi Jumlah Responden Berdasarkan Kelompok Usia

Usia (Tahun)	Jumlah (n)	Persentase (%)
25-52 tahun	6	20
53-80 tahun	24	80
Total	**30**	**100**

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa usia responden pada penelitian ini didominasi oleh kelompok usia 53-80 tahun, yaitu sebanyak 24 responden (80%) dibandingkan dengan kelompok usia 25-52 tahun, yaitu sebanyak 6 responden (20%).

b) Jenis Kelamin Responden Penderita Diabetes Melitus Tipe 2

Tabel 4. 2 Distribusi Jumlah Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Jumlah (n)	Persentase (%)
Laki-laki	9	30
Perempuan	21	70
Total	**30**	**100**

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan jenis kelamin responden dalam penelitian ini mayoritas adalah perempuan sebanyak 21 orang (70%), sementara laki-laki berjumlah 9 orang (30%).

c) Lama Menderita Responden Penderita Diabates Melitus Tipe 2

Tabel 4. 3 Distribusi Jumlah Responden Berdasarkan Lama Menderita

Lama Menderita	Jumlah (n)	Persentase (%)
≤ 1 Tahun	6	20
1-5 Tahun	11	36,7
≥ 5 Tahun	13	43,3
Total	**30**	**100**

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 4.3 lama waktu penderita Diabetes Melitus Tipe 2 pada penelitian ini didominasi oleh responden dengan durasi > 5 tahun sebanyak 13 orang (43,3%). Sementara itu, 11 responden (36,7%) memiliki durasi penyakit antara 1–5 tahun, dan 6 responden (20%) mengalami penyakit <1 tahun.

2. Distribusi Hasil Pemeriksaan Glukosa Darah

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar glukosa darah diperoleh distribusi hasil pemeriksaan glukosa darah sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Distribusi Hasil Pemeriksaan Kadar Glukosa Darah

Kadar Glukosa Darah (mg/dL)	Jumlah (n)	Persentase (%)
Normal (<110 mg/dl)	11	36.7
Abnormal (>110 mg/dl)	19	63.3

Sumber : Data Primer, 2025

Pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa sebagian besar subyek penelitian dari 30 responden didominasi dengan hasil kadar glukosa darah yang abnormal yaitu sebesar 19 responden (63.3%).

3. Distribusi Hasil Pemeriksaan HDL

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar HDL diperoleh distribusi hasil pemeriksaan HDL sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Distribusi Hasil Pemeriksaan Kadar HDL

Kadar HDL (mg/dL)		Jumlah (n)	Persentase (%)
Laki-laki	Normal (> 55 mg/dl)	2	6.7
	Abnormal (< 55 mg/dl)	7	23.3
Perempuan	Normal (> 65 mg/dl)	0	0
	Abnormal (< 65 mg/dl)	21	70

Sumber : Data Primer, 2025

Pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa kadar HDL yang abnormal ditemukan pada 7 responden laki-laki (23,3%) dan 21 responden perempuan (70%).

4. Uji Normalitas

Tabel 4. 6 Shapiro-Wilk Test

	Statistic	**Df**	**Sig**
Glukosa Darah Puasa	.183	30	.012
Kolesterol HDL	.243	30	<.001

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 4.6 bahwa hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk Test* menunjukkan Glukosa darah puasa memiliki taraf signifikasi *p* =

0.012 dan Kolesterol HDL p = < 0.001. Kedua nilai tersebut berada pada nilai p = <0.05, sehingga disimpulkan data tidak terdistribusi normal.

5. Uji Korelasi

Tabel 4. 7 Spearman Correlation Test

Variabel X	Variabel Y	*P*	*r*
Kadar Glukosa Darah	Kadar HDL	< 0.001	-0.716

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan data dari Tabel 4.7, uji korelasi Spearman menghasilkan nilai signifikansi p <0,001 dan koefisien korelasi (r) sebesar -0,716 mengindikasikan hubungan yang kuat dan signifikan secara statistik antara kadar glukosa darah dan HDL pada pasien diabetes melitus tipe 2, dengan arah hubungan yang negatif.

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar glukosa darah dengan kadar HDL pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 dengan obesitas. Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Sakit Stella Maris dan Laboratorium RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo dengan menggunakan sebanyak 30 sampel penderita Diabetes Melitus tipe 2.

Diabetes Melitus tipe 2 merupakan gangguan metabolik di mana tubuh mengalami kesulitan dalam memproduksi insulin secara optimal akibat fungsi sel beta pankreas yang terganggu sehingga menyebabkan terjadinya resistensi pada organ target. Diabetes melitus tipe 2 dapat terjadi pada beberapa organ pada tubuh (Widiasari *et al.*, 2021). Menurut (Putri & Nusadewiarti, 2020), Diagnosis Diabetes Melitus tipe 2 pada pasien dapat dilakukan berdasarkan keluhan yang

sesuai dengan gejala klasik DM disertai gejala tambahan seperti tubuh terasa lemas, kesemutan dan gangguan penglihatan yang kabur dan juga hasil pemeriksaan penunjang menunjukkan kadar gula darah sewaktu sebesar 370 mg/dl.

Obesitas berhubungan erat dengan diabetes melitus tipe 2, di mana individu dengan obesitas memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit ini. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya jumlah lemak bebas yang menumpuk dalam tubuh, yang kemudian meningkatkan penyerapan asam lemak oleh sel-sel tubuh dan memicu oksidasi lemak sel. Proses ini dapat mengganggu pemanfaatan glukosa oleh otot, sehingga menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah dan penurunan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) yang dapat memperburuk kondisi penderita jika tidak ditangani dengan baik dan segera yang dapat menyebabkan terjadinya komplikasi kardiovaskular (Pratiwi *et al.*, 2021).

Berdasarkan tabel 4.1, karakteristik responden menurut kelompok usia terbagi menjadi dua kategori, yaitu usia 25-52 tahun sebanyak 6 responden (20%) dan usia 53-80 tahun sebanyak 24 responden (60%). Penelitian oleh (Scarton *et al.,* 2023) Menunjukkan bahwa individu dengan diabetes melitus tipe 2 berusia lebih dari 45 tahun berisiko lebih tinggi mengalami gangguan intoleransi glukosa. Risiko ini terkait dengan proses degeneratif yang mengurangi kemampuan tubuh untuk mengatur kadar glukosa dalam darah. Peningkatan kasus DM tipe 2 pada kelompok usia ini juga dipengaruhi oleh rendahnya tingkat aktivitas fisik, penurunan massa otot, peningkatan lemak tubuh, serta proses penuaan yang mengubah komposisi tubuh dan berdampak

negatif terhadap fungsi sel beta pankreas. Pada usia lanjut, penurunan fungsi fisiologis tubuh terjadi, salah satunya ditandai dengan berkurangnya produksi insulin (Rohmatulloh *et al*., 2024).

Namun demikian, hasil berbeda ditemukan dalam penelitian oleh (Yusrita *et al*., 2024), di mana sebagian lansia menunjukkan kadar glukosa darah yang tetap dalam kisaran normal. Hal ini diduga berkaitan dengan metabolisme karbohidrat dan fungsi organ tubuh yang masih optimal, mencerminkan kemampuan pankreas dalam menghasilkan insulin serta efektivitas penyerapan glukosa oleh jaringan tubuh.

Berdasarkan Tabel 4.2, proporsi responden terbagi menjadi 21 perempuan (70%) dan 9 laki-laki (30%) yang mana hal ini sejalan dengan teori (Arania et al., 2021) yaitu hormon estrogen dan progesteron memiliki peran dalam meningkatkan respons insulin dalam darah. Namun, saat memasuki masa menopause, kadar hormon estrogen dan progesteron menurun, yang menyebabkan penurunan respons terhadap insulin. Selain itu, faktor lain yang turut memengaruhi adalah berat badan perempuan yang sering kali tidak ideal, sehingga dapat menurunkan sensitivitas insulin. Kondisi ini menyebabkan perempuan lebih rentan terkena diabetes dibandingkan laki-laki. Salah satu penyebab utama tingginya kasus diabetes melitus tipe 2 pada perempuan adalah penurunan hormon estrogen, terutama pada masa menopause.

Berdasarkan Tabel 4.3, responden dikategorikan menurut durasi menderita diabetes melitus tipe 2 ke dalam tiga kelompok, yakni kurang dari 1 tahun sebanyak 6 responden (20%), antara 1 hingga 5 tahun sebanyak 11 responden

(36,7%), dan lebih dari 5 tahun sebanyak 13 responden (43,3%). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh (Rif'at *et al*., 2023), yang mengatakan lama seseorang menderita DM memiliki hubungan erat dengan usia dari awal mendapatkan diagnosa DM. Durasi menderita DM tipe 2 sangat penting patogenesisnya karena pasien yang menderita Diabetes melitus tipe 2 selama > 5 tahun lebih beresiko tinggi mengalami penurunan fungsi kognitif yang disebabkan oleh hiperglikemia kronik yang berlangsung lama, sehingga menyebabkan kerusakan mikrovaskular pada sistem saraf pusat dan peningkatan stres oksidatif serta gangguan metabolisme glukosa melalui polyol yang dapat merusak sel-sel saraf dan menurunkan kemampuan otak (Nugroho *et al*., 2021).

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil pemeriksaan kadar glukosa darah pada pasien diabetes melitus tipe 2 terbagi menjadi dua kategori, yaitu sebanyak 11 responden (36,7%) memiliki kadar glukosa darah yang normal dan sebanyak 19 responden (63,3%) memiliki kadar glukosa darah yang abnormal. Mayoritas responden yang memiliki kadar GDP yang abnormal juga menunjukkan kadar HbA1c yang tidak normal atau tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kadar GDP yang tinggi cenderung berkaitan dengan kadar HbA1c yang tinggi pula. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Birman et al., 2023), yang menyatakan bahwa apabila kadar glukosa darah meningkat, maka kadar HbA1c juga akan meningkat. HbA1c sendiri menggambarkan rata-rata kadar glukosa darah selama 3–4 bulan terakhir, atau setara dengan usia eritrosit, yaitu sekitar 120 hari. Kadar HbA1c yang tinggi mengindikasikan ketidakpatuhan pasien dalam menjalani terapi diabetes, baik melalui pengaturan pola makan, aktivitas

fisik (seperti olahraga selama 30 menit per hari), maupun keteraturan dalam mengonsumsi obat. Apabila terapi dijalankan secara konsisten, maka kadar glukosa darah dapat mencapai batas normal dan risiko terjadinya hiperglikemia atau hipoglikemia dapat dicegah. Oleh karena itu, pemeriksaan HbA1c sangat penting untuk menilai efektivitas terapi diabetes secara keseluruhan.

Berdasarkan tabel 4.5 yang menunjukkan hasil pemeriksaan kadar HDL pada responden dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu laki-laki dan perempuan. Pada kelompok laki-laki terdapat sebanyak 2 responden (6.7%) memiliki kadar HDl yang tergolong normal, sedangkan 7 responden (23.3%) menunjukkan kadar HDL yang abnormal. Sementara itu, seluruh responden perempuan dalam penelitian ini tercatat memiliki kadar HDL yang abnormal yaitu sebanyak 21 responden (70%). Dari 7 responden laki-laki dengan kadar HDl yang abnormal, 3 orang mengalami komplikasi berupa neuropati dan osteoatritis. Pada kelompok perempuan dari total 21 responden, ditemukan 4 orang yang mengalami osteoatritis, 5 orang mengalami dislipidemia, 6 orang mengalami asam urat dan 3 orang mengalami neuropati. Berbagai komplikasi tersebut diketahui dapat mempengaruhi kadar HDL dan juga berkembang seiring dengan lamanya seseorang menderita diabetes melitus, dimana rata-rata responden dengan kadar HDL abnormal telah mengalami DM selama > 5 tahun.

Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukan oleh (Sudirga et al., 2024) kondisi dislipidemia pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 umumnya terjadi akibat kelebihan glukosa dalam darah yang kemudian dikonversi menjadi lemak, sehingga meningkatkan kadar trigliserida. Peningkatan trigliserida ini

berbanding terbalik dengan kadar HDL, yang menyebabkan kadar HDL cenderung menurun. Salah satu faktor utama yang memicu kondisi ini adalah resistensi insulin, yang menyebabkan peningkatan produksi *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL), trigliserida, dan apolipoprotein. Aktivitas insulin yang rendah juga menghambat kerja enzim lipoprotein lipase, yang seharusnya berperan dalam metabolisme lipoprotein kaya trigliserida. Akibatnya, terjadi akumulasi kilomikron dan VLDL dalam sirkulasi darah. Selain itu, resistensi insulin memicu peningkatan proses lipolisis di jaringan adiposa, yang menyebabkan pelepasan asam lemak bebas ke dalam aliran darah. Seluruh mekanisme ini berkontribusi terhadap terjadinya dislipidemia, termasuk penurunan kadar HDL pada pasien DM Tipe 2.

Tabel 4.6 memperlihatkan hasil uji normalitas data menggunakan *Shapiro-Wilk Test*, dengan nilai signifikansi 0,012 untuk glukosa darah dan kurang dari 0,001 untuk HDL. Karena kedua nilai ini di bawah 0,05, data dianggap tidak terdistribusi secara normal. Uji normalitas ini penting untuk memastikan apakah data memenuhi syarat penggunaan uji statistik parametrik. Penelitian ini mengaitkan hubungan antara kadar glukosa darah dan HDL pada pasien diabetes melitus tipe 2 dengan menggunakan uji korelasi Spearman disebabkan data yang diperoleh tidak berdistribusi secara normal.

Tabel 4.7 menyajikan hasil analisis uji korelasi Spearman yang mengindikasikan adanya hubungan negatif yang signifikan secara statistik antara kadar glukosa darah dan kadar HDL pada individu dengan diabetes melitus tipe 2 yang mengalami obesitas, dengan nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,716

dengan signifikansi $p < 0,001$ menunjukkan bahwa saat kadar glukosa darah puasa meningkat, kadar HDL cenderung menurun. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko komplikasi kardiovaskular. Temuan ini sejalan dengan teori dari (Pratama et al., 2023) yang menyatakan bahwa korelasi negatif berarti peningkatan pada satu variabel diikuti oleh penurunan pada variabel lainnya. Selain itu, Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Pratiwi et al., 2021) yang melaporkan adanya hubungan signifikan antara kadar glukosa darah dan HDL pada penderita diabetes melitus tipe 2, dengan nilai $p = 0,009$ dan koefisien korelasi $r = -0,297$ meskipun korelasinya tergolong lemah.

Namun, penelitian lain oleh (Pali *et al*., 2025) menunjukkan hasil berbeda, di mana tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara kadar glukosa darah puasa dan kadar HDL pada pasien diabetes melitus tipe 2. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran sampel yang terbatas atau variasi respons metabolik antar individu terhadap perubahan kadar glukosa dan HDL.

Meskipun demikian, kekuatan korelasi pada penelitian yang saya lakukan lebih kuat. Karena pada penelitian yang saya lakukan hanya berfokus pada pasien DM tipe 2 dengan obesitas tanpa komorbid lain seperti yang ada pada kriteria ekslusi saya yang membuat sampel saya lebih kecil terjadi gangguan dari variabel lain. Hal ini ditunjukkan bahwasannya hubungan antara kadar glukosa darah dan kadar HDL dimana sampel penelitian saya lebih kuat, sehingga hasilnya bisa menjadi bukti pendukung adanya pengaruh kadar glukosa terhadap kadar HDL pada penderita DM tipe 2.

Glukosa darah puasa adalah metode pengukuran kadar gula dalam plasma darah yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama minimal 8 jam. Saat berpuasa, tubuh tidak mendapatkan asupan makanan sehingga kadar glukosa darah dipertahankan melalui proses di hati, jaringan tubuh, serta pengaruh hormon tertentu yang mengatur gula darah (Yusuf *et al*., 2023)

HDL atau *High-Density Lipoprotein* sering disebut sebagai kolesterol baik karena fungsinya dalam mengangkut kolesterol dari pembuluh darah menuju hati untuk kemudian dibuang dari tubuh. Tingkat HDL yang tinggi, yaitu ≥60 mg/dL, dapat membantu mengurangi risiko penyakit jantung dan stroke, sementara kadar yang rendah (<40 mg/dL) justru meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit tersebut. Beberapa faktor yang memengaruhi kadar HDL dalam tubuh antara lain pola makan, tingkat aktivitas fisik, kebiasaan merokok, usia, jenis kelamin, serta faktor keturunan (Dharaindas *et al*., 2020).

.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pemeriksaan kadar glukosa darah puasa yang diperoleh dari 30 sampel menunjukkan sebanyak 63.3% responden tergolong normal dan 36.7% responden tergolong abnormal.
2. Hasil pemeriksaan kadar HDL yang diperoleh dari 30 sampel menunjukkan pada kelompok laki-laki sebesar 23.3% responden tergolong normal dan 6.7% responden tergolong abnormal, sementara itu, seluruh responden wanita memiliki kadar HDL yang abnormal yaitu sebesar 21% responden.
3. Terdapat hubungan yang signifikan kuat antara kadar glukosa darah dan kadar HDL dengan arah korelasi negatif yang mengartikan bahwa semakin tinggi kadar glukosa darah puasa maka akan semakin rendah kadar HDL.

B. Saran

Saran pada penelitian ini adalah untuk penelitian selanjutnya menggunakan spesimen lebih banyak dan lakukan pemeriksaan LDL pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan obesitas

DAFTAR PUSTAKA

Abbott. (2024). *Architect ci4100 Integrated System*. Abbott Core Laboratory.

Afifah, D. A., Muslihudin, M. M., & Cendekia, D. (2021). Quality Control Implementation For Accuration and Precision of Protein Analysis. *Jurnal Analis Farmasi*, *7*(1), 69–80. https://doi.org/10.33024/jaf.v6i1.5485

Agustin, L., & Agustina, R. (2020). Komparasi Unjuk Kerja Peralatan Spektrofotometer UV-VIS Perkin Elmer Lambda 3 Dengan Hitachi U-2900 Pada Penentuan Total Phenolic Content. *Jurnal Teknik: Ilmu Dan Aplikasi*, *8*(1), 42–46.

Alydrus, N. L., & Fauzan, A. (2022). Pemeriksaan Interpretasi Hasil Gula Darah. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi Kesehatan*, *3*(2), 16–21.

American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*, *47*, S20–S42. https://doi.org/10.2337/dc24-S002

Anggraini, F., Khotimah, E., & Nungrum, S. S. (2022). Analisis Pemantapan Mutu Internal Pemeriksaan Glukosa Darah Di Laboratorium RS Bhayangkara TK.I Raden Said Sukanto Tahun 2021. *Binawan Student Journal*, *4*(1), 24–30. https://doi.org/10.54771/bsj.v4i1.320

Arania, R., Triwahyuni, T., Esfandiari, F., & Nugraha, F. R. (2021). Hubungan Antara Usia, Jenis Kelamin Dan Tingkat Pendidikan Dengan Kejadian Diabetes Melitus Di Klinik Mardi Waluyo Lampung Tengah. *Jurnal Medika Malahayati*, *5*(3), 154–153. https://doi.org/10.1007/s00712-023-00827-w

Birman, Y., Harahap, I. N., & Triansyah, I. (2023). Hubungan Kadar Gula Darah Dengan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II Di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang Tahun 2021. *Nusantara Hasana Journal*, *3*(1), 9–17.

Chandrasekaran, P., & Weiskirchen, R. (2024). The Role of Obesity in Type 2 Diabetes Mellitus—An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(3), 1–21. https://doi.org/10.3390/ijms25031882

Denimal, D., Monier, S., Bouillet, B., Vergès, B., & Duvillard, L. (2023). High-Density Lipoprotein Alterations in Type 2 Diabetes and Obesity. *Metabolites*, *13*(2), 1–26. https://doi.org/10.3390/metabo13020253

Dharaindas, H. K., Taufik, F. E., Mahmud, A., & Mukhtar, D. (2020). Structured Physical Activity can Increase High-Density Lipoprotein Cholesterol Levels. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, *20*(1), 6–9. https://doi.org/10.18196/mm.200134

Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan. (2022). *Profil Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2022*. Dinas Kesehatan Sulawesi Selatan.

Erdania, Faizal, K. M., & Anggraini, R. B. (2023). Faktor - Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Penyakit Jantung Koroner (PJK) Di RSUD DR. (H.C.) Ir. Soekarno Provinsi Bangka Belitung. *Jurnal Keperawatan*, *12*(1), 17–25. https://doi.org/10.47560/kep.v12i1.472

Fauziyah, N., & Afiani, M. (2020). *Black Tapai Berry Ice Sherbet Efektif Menurunkan Lingkar Pinggang, Berat Badan dan Persen Lemak Tubuh pada Remaja Gemuk*. Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung.

Fonna, T. rahayu, & Rahmat, A. (2023). Dislipidemia. *Jurnal Kesehatan Amanah*, *7*(1), 46–50. https://doi.org/10.57214/jka.v7i1.263

Galicia-garcia, U., Benito-vicente, A., Jebari, S., Larrea-sebal, A., Saddiqi, H., Uribe, K. B., Ostolaza, H., & Martin, C. (2020). Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(17), 1–34.

Giudetti, A. M. (2023). Editorial: Lipid metabolism in obesity. *Frontiers in Physiology*, *14*, 1–3. https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1268288

Hasheminasabgorji, E., & Jha, J. C. (2021). Dyslipidemia, Diabetes and Atherosclerosis: Role of Inflammation and ROS-Redox-Sensitive Factors. *Biomedicines*, *9*(11), 1–13. https://doi.org/10.3390/biomedicines9111602

Himanshu, D., Ali, W., & Wamique, M. (2020). Type 2 Diabetes Mellitus: Pathogenesis and Genetic Diagnosis. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*, *19*(2), 1959–1966. https://doi.org/10.1007/s40200-020-00641-x

IDF. (2021). *IDF Diabetes Atlas 10th Edition*. International Diabetes Federation.

Inzitari, R., Vencken, S., Daghfal, D., McAuley, K., McDermott, A., Galligan, M., & Doran, P. (2021). Time-Related Performance Characteristics of High-Sensitivity Troponin I Assay Using Manufacturer's Controls and Reagents. *Practical Laboratory Medicine*, *25*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.plabm.2021.e00217

Irfan, & Israfil. (2020). Faktor Risiko Kejadian Komplikasi Kardiovaskuler Pada Pasien Diabetes Melitus (DM) Tipe 2. *Jurnal Persatuan Perawat Nasional Indonesia (JPPNI)*, *4*(3), 162–173. https://doi.org/10.32419/jppni.v4i3.189

Kemenkes RI. (2023). Survei Kesehatan Indonesia (SIK) Dalam angka. In *Kementrian Kesehatan Republik Indonesia*.

Kisnawaty, S. W., Wulandari, A., Sofyan, A., Mustikaningrum, F., Yuniarti, & Jusoh, T. F. I. C. K. (2023). Peningkatan Kadar High Density Lipoprotein (HDL) pada Tikus Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kesehatan*, *16*(2), 194–203. https://doi.org/10.23917/jk.v16i2.2823

Nasution, F., Andilala, & Siregar, A. A. (2021). Faktor Risiko Kejadian Diabetes Mellitus. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, *9*(2), 94–102.

Nugroho, S. L., Anggorotomo, W., & Rafie, R. (2021). Lama Menderita Dan Kontrol Glikemik Berhubungan Dengan Penurunan Fungsi Kognitif Pada

Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Kebidanan Malahayati*, *7*(3), 495–501. https://doi.org/10.33024/jkm.v7i3.4102

Nurdin, N. A., Harun, A. D., Ningsih, S. D., & Pratiwi, N. E. A. (2022). Hubungan Kadar High Density Lipoprotein (HDL) Terhadap Glukosa Darah Sewaktu Pada Penderita Diabetes Melitus Di RS Benyamin Guluh Kolaka. *Jurnal Analis Kesehatan Kendari*, *5*(1), 30–34. https://doi.org/10.46356/jakk.v5i1.220

Pali, C. M., Tiho, M., & Purwanto, D. S. (2025). Hubungan Kadar Gula Darah Puasa dengan Kadar High Density Lipoprotein (HDL) pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di RSUD ODSK Provinsi Sulawesi Utara. *Health & Medical Sciences*, *2*(2), 1–11.

Perez-Montero, B., Fermin-Rodriguez, M. L., Miro, G., de Juan, L., & Cruz-Lopez, F. (2023). Hemolysis, Icterus and Lipemia Interfere With The Determination of Two Oxidative Stress Biomarkers In Canine Serum. *BMC Veterinary Research*, *19*(172), 1–13. https://doi.org/10.1186/s12917-023-03740-y

Pratama, R., Aisyah, S. A., Putra, A. M., Sirodj, R. A., & Afgan, M. W. (2023). Correlational Research. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *6*(3), 1754–1759. https://doi.org/10.54371/jiip.v6i3.1420

Pratiwi, W. R., Hediningsih, Y., & Isworo, J. T. (2021). Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar HDL (High Density Lipoprotein) Pada Penderita Diabets Melitus Tipe 2. *Jurnal Labora Medika*, *5*(1), 29–34.

Putri, Y. T. D., & Nusadewiarti, A. (2020). Penatalaksanaan Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dengan Neuropati dan Retinopati Diabetikum Melalui Pendekatan Kedokteran Keluarga. *Medula*, *9*(4), 631–638.

Rafsanjani, M. S., Asriati, Kholidha, A. N., & Alifariki, L. O. (2019). Hubungan Kadar High Density Lipoprotein (HDL) Dengan Kejadian Hipertensi. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, *13*(2), 74–81. https://doi.org/10.33533/jpm.v13i2.1274

Rahmasari, I., & Wahyuni, E. S. (2019). Efektivitas Memordoca carantia (Pare) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah. *Jurnal Ilmiah Rekam Medis Dan Informatika Kesehatan*, *9*(1), 57–64.

Rais, E. E., Aziz, I. R., & Surdianah, S. (2024). Pemeriksaan Total Kolesterol Pada Sampel Serum Darah Dengan Menggunakan Metode Fotometrik di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, *4*(1), 19–27. https://doi.org/10.24252/filogeni.v4i1.42013

Ramadhan, S. A., & Musfiroh, I. (2021). Review Artikel: Verifikasi Metode Analisis Obat. *Farmaka*, *19*(3), 87–92.

Ramadhani, D., & Swalaganata, G. (2024). Analisis Pengujian Sensitivitas Penggunaan Metode Pengambilan Keputusan Profile Matching, Topsis Dan Moora Dalam Menentukan Karyawan Terbaik. *Nuansa Informatika*, *18*(1),

135–145. https://doi.org/10.25134/ilkom.v18i1.94

Rif'at, I. D., Hasneli N, Y., & Indriati, G. (2023). Gambaran Komplikasi Diabetes Melitus Pada Penderita Diabetes Melitus. *Jurnal Keperawatan Profesional*, *11*(1), 52–69. https://doi.org/10.33650/jkp.v11i1.5540

Rosares, V. E., & Boy, E. (2022). Pemeriksaan Kadar Gula Darah Untuk Screening Hiperglikemia Dan Hipoglikemia. *Jurnal Implementa Husada*, *3*(2), 65–71. https://doi.org/10.30596/jih.v3i2.11906

Ruze, R., Liu, T., Zou, X., Song, J., Chen, Y., Xu, R., Yin, X., & Xu, Q. (2023). Obesity and Type 2 Diabetes Mellitus: Connections in Epidemiology, Pathogenesis, and Treatments. *Frontiers in Endocrinology*, *14*, 1–23. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1161521

Saragih, A. D. (2020). Terapi Dislipidemia untuk Mencegah Resiko Penyakit Jantung Koroner. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, *1*(1), 15–24. https://doi.org/10.37287/ijnhs.v1i1.223

Scarton, L., Nelson, T., Yao, Y., Devaughan-Circles, A., Legaspi, A. B., Donahoo, W. T., Segal, R., Goins, R. T., Manson, S. M., & Wilkie, D. J. (2023). Association of Medication Adherence With HbA1c Control Among American Indian Adults With Type 2 Diabetes Using Tribal Health Services. *Diabetes Care*, *46*(6), 1245–1251. https://doi.org/10.2337/dc22-1885

Sudirga, K. K. P., Budhitresna, A. A. G., & Dewi, S. R. (2024). Hubungan Antara Kadar HbA1c Dengan Dislipidemia Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II Di RSUD Sanjiwani Gianyar. *Aesculapius Medical Journal (AMJ)*, *4*(3), 360–365.

Suryanegara, N. M., Acang, N., & Suryani, Y. D. (2021). Kajian Mengenai Komplikasi Makrovaskular Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2. *Integrasi Kesehatan Dan Sains*, *3*(2), 2–4.

Tangganah, A. (2024). Peran Obesitas Dalam Patogenesis Diabetes Melitus : Tinjauan Literatur. *Medic Nutricia : Jurnal Ilmu Kesehatan*, *7*(3), 61–70. https://doi.org/10.5455/mnj.v1i2.644xa

Widiasari, K. R., Wijaya, I. M. K., & Suputra, P. A. (2021). Diabetes Melitus Tipe 2: Faktor Risiko, Diagnosis, Dan Tatalaksana. *Ganesha Medicine Journal*, *1*(2), 114–120. https://doi.org/10.23887/gm.v1i2.40006

Wirawan, R. C. D., Riyani, A., Kurnaeni, N., & Nurhayati, D. (2023). Perbedaan Interferensi Lipemik Terhadap Kadar Glukosa Darah Normal Dan Di Atas Normal Dengan Metode GOD-PAP. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, *4*(1), 277–283. https://doi.org/10.34011/jks.v4i1.1424

Xepapadaki, E., Nikdima, I., Sagiadinou, E. C., Zvintzou, E., & Kypreos, K. E. (2021). HDL and Type 2 Diabetes : The Chicken or The egg? *Diabetologia*, *64*(9), 1917–1926. https://doi.org/10.1007/s00125-021-05509-0

Yusrita, E., Aryesta, D. A., & Juariah, S. (2024). Gambaran Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Lansia Di UPT PSTW Khusnul Khotimah Dinas Sosial Provinsi Riau. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, *6*(2), 502–508. https://doi.org/10.33084/bjmlt.v6i2.5932

Yusuf, B., Nafisah, S., & Inayah, N. N. (2023). Literatur Review : Gula Darah Puasa Pada Penyakit Diabetes Melitus. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, *6*(1), 28–33. https://doi.org/10.35799/pmj.v6i1.47617

Zheng, Y., Ley, S. H., & Hu, F. B. (2018). Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature Reviews Endocrinology*, *14*(2), 88–98. https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.151

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengolahan Data SPSS

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Glukosa Darah Puasa	.183	30	.012	.816	30	<.001
Kolesterol HDL	.243	30	<.001	.890	30	.005

a. Lilliefors Significance Correction

Correlations

			Glukosa Darah Puasa	Kolesterol HDL
Spearman's rho	Glukosa Darah Puasa	Correlation Coefficient	1.000	-.716**
		Sig. (2-tailed)	.	<.001
		N	30	30
	Kolesterol HDL	Correlation Coefficient	-.716**	1.000
		Sig. (2-tailed)	<.001	.
		N	30	30

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian PTSP

PEMERINTAH PROVINSI SULAWESI SELATAN

DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU

Jl.Bougenville No.5 Telp. (0411) 441077 Fax. (0411) 448936
Website : http://simap-new.sulselprov.go.id Email : ptsp@sulselprov.go.id
Makassar 90231

Nomor : **7047/S.01/PTSP/2025**
Lampiran : -
Perihal : **Izin penelitian**

Kepada Yth.
Direktur RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar

di-
Tempat

Berdasarkan surat Kepala LPPM Universitas Megarezky, Makassar Nomor : 1083/07.091056/IV/2025 tanggal 09 April 2025 perihal tersebut diatas, mahasiswa/peneliti dibawah ini:

N a m a	:	**NUR INDAH FEBRISYAH ARSYAD**
Nomor Pokok	:	B1D121067
Program Studi	:	Teknologi Laboratorium Medis
Pekerjaan/Lembaga	:	Mahasiswa (D4)
Alamat	:	Jl. Antang Raya No. 43, Makassar

dpmptsp
PROVINSI SULAWESI SELATAN

Bermaksud untuk melakukan penelitian di daerah/kantor saudara dalam rangka menyusun KARYA TULIS, dengan judul :

" HUBUNGAN KADAR GLUKOSA DARAH DENGAN KADAR HDL (HIGH DENSITY LIPOPROTEIN) PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DENGAN OBESITAS "

Yang akan dilaksanakan dari : Tgl. ***10 April s/d 30 Juni 2025***

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, pada prinsipnya kami ***menyetujui*** kegiatan dimaksud dengan ketentuan yang tertera di belakang surat izin penelitian.

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dipergunakan sebagaimana mestinya.

Diterbitkan di Makassar
Pada Tanggal 10 April 2025

KEPALA DINAS PENANAMAN MODAL DAN PELAYANAN TERPADU SATU PINTU PROVINSI SULAWESI SELATAN

ASRUL SANI, S.H., M.Si.
Pangkat : PEMBINA TINGKAT I
Nip : 19750321 200312 1 008

Tembusan Yth
1. Kepala LPPM Universitas Megarezky, Makassar di Makassar;
2. *Pertinggal.*

Lampiran 3. Lembar Persetujuan Responden

(1)

LEMBAR PERSETUJUAN

(INFORMED CONSENT)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kadar glukosa darah dengan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) pada penderita diabetes melitus tipe 2 yang mengalami obesitas. Kondisi ini penting untuk diteliti karena kadar glukosa darah yang tinggi dan kadar HDL yang rendah pada pasien diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas dapat meningkatkan risiko komplikasi, terutama komplikasi kardiovaskular. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam mendukung pengelolaan kesehatan pasien secara lebih baik.

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah memahami penjelasan segala sesuatu mengenai penelitian yang berjudul "**Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Obesitas**" dan saya bersedia untuk ikut berpartisipasi dalam penelitian ini dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari siapapun dengan kondisi :

a) Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dijaga kerahasiannya dan hanya dipergunakan untuk kepentingan ilmiah.
b) Apabila saya menginginkan, saya dapat memutuskan untuk tidak berpartisipasi lagi dalam penelitian ini tanpa harus menyampaikan alasan apapun.

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AW

Jenis Kelamin : Laki - Laki

Umur : 58 tahun

Alamat :

Tanggal : 22/09/2025

Tanda Tangan Mahasiswa

Nur Indah Febrisyah Arsyad

B1D121067

Yang Menyetujui

AW

Lampiran 4. Lembar Kuesioner Penelitian

KUESIONER PENELITIAN

"Hubungan Kadar Glukosa Darah Dengan Kadar HDL (High Density Lipoprotein) Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Obesitas"

Nama : AW
Umur : 58 tahun
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tinggi Badan : 165 cm
Berat Badan : 85 kg

Petunjuk pengisian :

1. Pilih jawaban yang paling sesuai dengan kondisi anda dengan memberi tanda (√) di dalam kolom yang tersedia.
2. Semua jawaban akan dijaga kerahasiaannya dan digunakan untuk kepentingan penelitian ini.

1. Apakah anda pernah didiagnosis menderita diabetes melitus tipe 2 ?
   ☑ Ya
   ☐ Tidak
2. Berapa lama anda telah didiagnosis menderita diabetes melitus tipe 2?
   ☐ < 1 tahun
   ☐ 1-5 tahun
   ☑ > 5 tahun
3. Apakah anda sering merasakan haus atau lapar belebihan?
   ☑ Ya
   ☐ Tidak
4. Apakah anda sering buang air kecil?
   ☑ Ya
   ☐ Tidak
5. Apakah memiliki riwayat penyakit lain?
   ☑ Ya, Neuropati ringan
   ☐ Tidak

6. Apakah anda sedang mengomsumsi obat-obatan tertentu?
   - ☑ Ya, Metformin, Vitamin B-Kompleks
   - ☐ Tidak
7. Apakah anda sering berolahraga?
   - ☐ Ya
   - ☑ Tidak
8. Apakah anda merokok?
   - ☐ Ya
   - ☑ Tidak

Lampiran 5. Tabulasi Hasil Penelitian

DATA RESPONDEN PENELITIAN

No	Nama	Umur	Jenis Kelamin	Tinggi Badan (Cm)	Berat Badan (Kg)	IMT	Question							Hasil Pemeriksaan		
							Lama Menderita	Haus/Lapar	Buang Air	Penyakit Lain	Obat Yang Dikomsumsi	Olahraga	Merokok	HBA1c	Glukosa Darah Puasa	HDL
1	AW	58	L	165	85	31,22	> 5 Tahun	Ya	Ya	Neuropati Ringan	Metformin, Vitamin B - Kompleks	Tidak	Tidak	7.1	83.2	47
2	AM	54	P	155	73	30,38	1-5 Tahun	Ya	Tidak	Gerd	Metformin, Ranitide	Tidak	Tidak	6.6	81.7	63
3	DR	61	P	158	75	30,04	> 5 Tahun	Ya	Ya	Osteoartritis	Metformin, Paracetamol	Ya	Tidak	6.8	101.3	59
4	EL	35	P	160	76	29.68	< 1 Tahun	Tidak	Tidak	Asam Urat	Metformin, Allopurinol	Ya	Tidak	13.1	282.8	33
5	FN	59	P	154	70	29,51	1-5 Tahun	Ya	Ya	Dislipidemia	Metformin, Acarbose	Tidak	Tidak	11.3	169.3	30
6	GJ	63	L	168	88	31,17	> 5 Tahun	Ya	Ya	-	Metformin	Ya	Tidak	6.3	89.2	57
7	JV	25	P	158	72	28,84	< 1 Tahun	Ya	Tidak	-	Metformin	Ya	Tidak	5.9	98.2	55
8	LL	77	P	152	70	30,29	> 5 Tahun	Ya	Ya	Dislipidemia, Asam Urat	Metformin, Allopurinol, Acarbose	Tidak	Tidak	9.5	365.9	25
9	MR	53	P	160	75	29,29	1-5 Tahun	Ya	Tidak	Osteoartritis	Metformin, Paracetamol	Ya	Tidak	6.5	98.3	41
10	MK	80	P	155	72	29,96	> 5 Tahun	Ya	Ya	Asam Urat, Dislipidemia	Metformin, Allopurinol, Acarbose	Tidak	Tidak	10.4	372.8	30

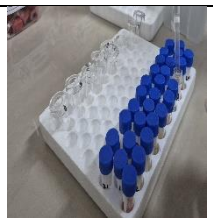
11	MA	69	L	170	92	31,83	> 5 Tahun	Ya	Ya	-	Metformin	Ya	Tidak	7.1	116.4	47
12	AR	43	L	166	85	30,84	1-5 Tahun	Ya	Tidak	Gerd	Metformin, Ranitide	Tidak	Tidak	6.4	106.6	30
13	AG	41	L	168	87	30,82	< 1 Tahun	Ya	Ya	Asam Urat	Metformin, Allopurinol	Ya	Tidak	7	124.3	30
14	LN	61	P	158	74	29,64	1-5 Tahun	Tidak	Tidak	Neuropati, Dislipidemia	Metformin, Vitamin B, Acarbose	Tidak	Tidak	11	294.7	33
15	MI	55	P	159	75	29,66	1-5 Tahun	Ya	Ya	Osteoartritis	Metformin, Paracetamol	Ya	Tidak	6.8	146.7	27
16	KN	66	L	170	90	31,14	> 5 Tahun	Ya	Ya	Osteoartritis	Metformin, Paracetamol	Tidak	Tidak	10.6	100.5	48
17	SI	48	P	157	72	29,21	< 1 Tahun	Ya	Tidak	Asam Lambung	Metformin, Omeprazole	Ya	Tidak	7.7	179	40
18	YM	70	P	156	73	29,99	> 5 Tahun	Ya	Ya	Neuropati, Dislipidemia	Metformin, Vitamin B, Acarbose	Tidak	Tidak	8.8	199.8	29
19	YT	48	P	158	74	29,64	> 5 Tahun	Tidak	Tidak	-	Metformin	Ya	Tidak	8.2	149.9	30
20	ED	67	L	169	88	30,81	1-5 Tahun	Ya	Ya	Asam Urat	Metformin, Allopurinol	Ya	Tidak	8.7	102.1	33
21	NA	61	P	155	71	29,55	> 5 Tahun	Ya	Ya	Neuropati	Metformin, Vitamin B-kompleks	Tidak	Tidak	8.1	174.4	41
22	SA	61	P	160	74	28,90	1-5 Tahun	Ya	Ya	-	Metformin	Ya	Tidak	8.8	127.8	47
23	TS	71	P	157	73	29,61	< 1 Tahun	Ya	Ya	-	Metformin	Tidak	Tidak	10.1	240.1	29

24	SM	61	P	158	74	29,64	> 5 Tahun	Ya	Ya	Osteoartritis	Metformin, Paracetamol	Ya	Tidak	6.9	108.3	57
25	HI	59	P	155	71	29,55	1-5 Tahun	Ya	Ya	Asam Urat, Gerd	Metformin, Allopurinol, Omeprazole	Ya	Tidak	9.7	184.3	33
26	MR	72	P	156	73	29,99	> 5 Tahun	Ya	Ya	-	Metformin	Tidak	Tidak	15.1	193.2	32
27	LE	75	P	153	70	29,90	> 5 Tahun	Tidak	Ya	Asam Lambung	Metformin, Ranitide	Ya	Tidak	10.8	121.5	55
28	BE	61	L	168	86	30,47	1-5 Tahun	Ya	Ya	Osteoartritis	Metformin, Paracetamol	Tidak	Tidak	6.6	137.8	45
29	KS	63	L	165	84	30,85	< 1 Tahun	Ya	Ya	Gerd	Metformin, Omeprazole	Tidak	Tidak	10	106.3	57
30	WL	67	P	155	72	29,96	1-5 Tahun	Ya	Ya	Asam Urat	Metformin, Allopurinol	Ya	Tidak	6.9	137.2	33

Lampiran 6. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Gambar 1. Pengisian Kuesioner dan *Informed consent* oleh pasien



Gambar 2. Sampel diletakkan di rak tabung yang sudah disiapkan sesuai urutannya



Gambar 3. Pemipetan sampel serum ke dalam cup sampel



Gambar 4. Cup sampel diletakkan ke dalam rak sampel



Gambar 5. Rak sampel dimasukkan ke dalam alat dan masukkan identitas pasien beserta parameter pemeriksaannya



Gambar 6. Tekan start dan alat beroperasi secara otomatis