

**KORELASI KADAR *HEMOGLOBIN GLIKOSILAT* (HBA1C)
DENGAN *LOW-DENSITY LIPOPROTEIN* (LDL) PADA PASIEN
DIABETES MELITUS TIPE 2**



OLEH :
NI MADE DINDA PRABHA SARI
P07134224117

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES DENPASAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
DENPASAR
2025**

**KORELASI KADAR *HEMOGLOBIN GLIKOSILAT* (HBA1C)
DENGAN *LOW-DENSITY LIPOPROTEIN* (LDL) PADA PASIEN
DIABETES MELITUS TIPE 2**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan
Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Program Studi Sarjana Terapan**

Oleh :

**NI MADE DINDA PRABHA SARI
NIM.P07134224117**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES DENPASAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
DENPASAR
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

KORELASI KADAR *HEMOGLOBIN GLIKOSILAT* (HBA1C) DENGAN *LOW-DENSITY LIPOPROTEIN* (LDL) PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Oleh :

NI MADE DINDA PRABHA SARI
NIM.P07134224117

TELAH MENDAPATKAN PERSETUJUAN

Dosen Utama:



Ni Nyoman Astika Dewi, S.Gz., M.Biomed
NIP. 197711302000032001

Dosen Pendamping:



Dr.dr.I Gusti Agung Dewi Sarihati, M.Biomed
NIP. 196804202002122004

MENGETAHUI :

**KETUA JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES DENPASAR**



I Gusti Ayu Sri Dhyanaputri. S.KM.. M.PH.

NIP. 197209011998032003

SKRIPSI DENGAN JUDUL :

**KORELASI KADAR *HEMOGLOBIN GLIKOSILAT* (HBA1C)
DENGAN *LOW-DENSITY LIPOPROTEIN* (LDL) PADA PASIEN
DIABETES MELITUS TIPE 2**

Oleh :

NI MADE DINDA PRABHA SARI
NIM.P07134224117

TELAH DIUJI DIHADAPAN TIM PENGUJI

PADA HARI : Kamis

TANGGAL : 11 Desember 2025

TIM PENGUJI :

- | | | |
|---|-------------------|---|
| 1. I Nyoman Jirna, SKM., M.Si | (Ketua) |  |
| 2. Cokorda Dewi Widhya Hana Sundari, SKM., M.Si | (Pembahas Utama) |  |
| 3. Nur Habibah, S.Si., M.Sc. | Anggota Pembahas) |  |

MENGETAHUI :
KETUA JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES DENPASAR


I Gusti Ayu Sri Dhyanaputri. S.KM.. M.PH.

NIP. 197209011998032003

LEMBAR PERSEMBAHAN

... Setiap usaha akan mendatangkan hasil, baik itu sesuai harapan atau sebaliknya tetaplah bersyukur ...

“Om Swastyastu”

Terimakasih Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang selalu memberikan kelancaran dan menyertai dalam setiap langkah

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Diri sendiri sebagai acuan untuk kedepannya dalam dunia pendidikan.

Untuk Bapak beserta Ibu yang senantiasa memberikan dukungan, kasih sayang yang tak terhingga, nasehat dan juga doa yang tidak pernah berhenti pada tiap langkah dalam meraih cita – cita, begitupun kakak, adik, beserta saudara-saudara saya yang selalu menyemangati.

Kepada Ibu Ni Nyoman Astika Dewi, S.Gz., M.Biomed dan Ibu Dr.dr.I Gusti Agung Dewi Sarihati, M.Biomed yang telah meluangkan waktunya dalam proses bimbingan, memberikan masukan serta pengetahuan yang lebih sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Kepada penguji dan dosen serta staff Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Denpasar yang sampai saat ini dengan tulus dan ikhlas menuntun, mengarahkan serta memberikan pelajaran yang tidak ternilai harganya supaya saya menjadi lebih baik.

Beserta teman – teman RPL Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Denpasar yang sudah memberikan canda tawa, semangat, bantuan, kebersamaan serta dukungannya selama ini.

Tidak lupa saya ucapkan terimakasih pada rekan-rekan beserta pihak-pihak yang sudah mengizinkan serta ikut memberikan andilnya demi kelancaran Skripsi ini

“Om Shanti, Shanti, Shanti Om”

RIWAYAT PENULIS



Penulis bernama Ni Made Dinda Prabha Sari dilahirkan di Denpasar pada tanggal 14 Januari 2001 dari pasangan I Ketut Darmika Jaya (Ayah) dan Ni Made Sirammini (Ibu). Anak kedua dari empat bersaudara merupakan posisi penulis dalam keluarga yang berkewarganegaraan Indonesia dan memeluk agama Hindu. Perjalanan pendidikan dimulai di TK PP Kumara Loka pada tahun 2005–2007. Setelah itu, jenjang sekolah dasar ditempuh di SD Negeri 2 Panjer selama periode 2007–2013. Pendidikan tingkat menengah pertama kemudian dilaksanakan di SMP Negeri 3 Denpasar pada tahun 2013–2016. Tahap pendidikan selanjutnya diteruskan di SMA Negeri 2 Tabanan dalam kurun waktu 2016–2019. Pendidikan tinggi pertama dijalani di Poltekkes Kemenkes Denpasar melalui Program Studi Diploma III Jurusan Teknologi Laboratorium Medis pada tahun 2019–2022. Selanjutnya, pengembangan akademik kembali diteruskan pada tahun 2025 di Poltekkes Kemenkes Denpasar melalui Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ni Made Dinda Prabha Sari
NIM : P07134224117
Program Studi : Sarjana Terapan
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis
Tahun Akademik : 2025/2026
Alamat : Jl Suradipa II Gang Permata No. 5 Banjar Gunung,
Desa Peguyangan Kaja, Kecamatan Denpasar Utara,
Kota Denpasar

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul Korelasi Kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1c) Dengan *Low-Density Lipoprotein* (LDL) Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 adalah **benar karya sendiri atau bukan plagiat hasil karya orang lain.**
2. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa tugas akhir ini **bukan** karya saya sendiri atau plagiat hasil karya orang lain, maka saya sendiri bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan ketentuan perundang – undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 30 Juli 2026
Yang membuat pernyataan



Ni Made Dinda Prabha Sari
NIM. P07134224117

CORRELATION BETWEEN GLYCOSYLATED HEMOGLOBIN (HBA1C)
LEVELS AND LOW-DENSITY LIPOPROTEIN (LDL) IN TYPE 2 DIABETES
MELLITUS PATIENTS

ABSTRACT

Background : Type 2 Diabetes Mellitus is a chronic metabolic disorder characterized by hyperglycemia caused by insulin resistance and impaired insulin secretion. This condition leads to lipid metabolism disorders marked by elevated Low-Density Lipoprotein (LDL) levels. Glycated Hemoglobin (HbA1c) reflects average blood glucose levels over the previous 2–3 months and is used as an indicator of glycemic control. **Objective :** The aim of this research was to ascertain the correlation between HbA1c and LDL levels in Type 2 Diabetes Mellitus patients. **Method :** This research used a cross-sectional design and an observational analytical method. The sample consisted of 50 respondents who met the inclusion criteria. Data were obtained from laboratory examinations of HbA1c and LDL. The normality of the data was evaluated using the Kolmogorov-Smirnov test, and the link between the variables was ascertained using Pearson correlation. **Results :** The study findings showed an average HbA1c level of 8.11% and an average LDL level of 137.30 mg/dL. A very strong positive correlation was found between HbA1c and LDL levels, with $r = 0.848$ and a significance value of 0.000. **Conclusion :** These finding indicate that increasing HbA1c levels are closely associated with increasing LDL levels. Therefore, both parameters should be monitored to reduce the risk of cardiovascular complications in patients with Type 2 Diabetes Mellitus.

Keywords: HbA1c, LDL, Type 2 Diabetes Mellitus.

KORELASI KADAR HEMOGLOBIN GLIKOSILAT (HbA1C) DENGAN LOW-DENSITY LIPOPROTEIN (LDL) PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

ABSTRAK

Latar Belakang : Diabetes Melitus Tipe 2 ialah penyakit metabolik kronis yang diberi tanda oleh hiperglikemia akibat resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin. Kondisi ini menyebabkan perubahan metabolisme lipid yang diberi tanda oleh naiknya kadar Low-Density Lipoprotein (LDL). Pemeriksaan Hemoglobin Glikosilat (HbA1c) menggambarkan rerata kadar glukosa darah dengan periode 2–3 bulan terakhir serta dimanfaatkan menjadi indikator pengendalian glikemik. **Tujuan :** Tujuan dari studi ini guna menyelidiki hubungan antara kadar HbA1c dan kadar LDL pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2. **Metode :** Studi ini menggunakan pendekatan observasional analitik melalui desain cross-sectional. Sampel studi sejumlah 50 responden yang mencukupi karakteristik inklusi. Data didapatkan dengan hasil pemeriksaan laboratorium HbA1c dan LDL. Pengujian normalitas dilaksanakan memanfaatkan pengujian Kolmogorov–Smirnov, sementara pengujian korelasi memanfaatkan Pearson. **Hasil :** Perolehan studi memperlihatkan kadar HbA1c rata-rata sebesar 8,11% dan kadar LDL rata-rata sebesar 137,30 mg/dL. Ditemukan keterkaitan positif yang sangat kuat di antara kadar HbA1c dan kadar LDL dengan skor $r = 0,848$ serta skor signifikansi 0,000. **Kesimpulan :** Perolehan tersebut mengarah pada pemahaman bahwasanya peningkatan kadar HbA1c berkaitan erat dengan peningkatan kadar LDL. Kondisi tersebut memperlihatkan perlunya pemantauan kedua parameter sebagai langkah pencegahan terhadap risiko komplikasi kardiovaskular pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

Kata Kunci : HbA1c, LDL, Diabetes Melitus Tipe 2.

RINGKASAN PENELITIAN

KORELASI KADAR HEMOGLOBIN GLIKOSILAT (HbA1c) DENGAN LOW-DENSITY LIPOPROTEIN (LDL) PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Oleh : Ni Made Dinda Prabha Sari (NIM. P07134224117)

Diabetes Melitus Tipe 2 ialah satu di antara permasalahan kesehatan utama yang banyak dijumpai di fasilitas pelayanan kesehatan. Penyakit ini diberi tanda oleh hiperglikemia kronis yang muncul akibat resistensi insulin dan gangguan sekresi insulin. Kondisi ini tidak hanya mempengaruhi keseimbangan metabolisme glukosa, tetapi juga berdampak pada metabolisme lipid yang ditunjukkan dengan meningkatnya kadar LDL. Kedua parameter laboratorium, yakni HbA1c sebagai indikator kendali glukosa dan LDL sebagai indikator profil lipid, saling berkaitan dalam proses perjalanan penyakit Diabetes Melitus Tipe 2.

Studi ini dilaksanakan guna melihat keterkaitan di antara kadar HbA1c dan kadar LDL pada pasien. Sejumlah 50 responden dipilih berdasarkan kriteria inklusi. Pengukuran dilakukan melalui pemeriksaan laboratorium HbA1c dan LDL. Data kemudian dianalisis untuk melihat pola distribusi dan hubungan keduanya. Pendekatan statistik digunakan untuk menilai kekuatan keterkaitan, sehingga hasil penelitian dapat menggambarkan gambaran metabolik pasien dengan lebih jelas.

Berdasarkan hasil analisis, distribusi kadar HbA1c berada pada rata-rata 8,11% yang memperlihatkan adanya kendali glikemik yang belum optimal. Sementara itu, distribusi kadar LDL memperoleh rata-rata sebesar 137,30 mg/dL yang memperlihatkan terjadinya dislipidemia. Kedua temuan ini menggambarkan bahwasanya pasien Diabetes Melitus Tipe 2 akan lebih menderita gangguan metabolisme glukosa dan lipid secara bersamaan. Analisis korelasi memperlihatkan hubungan yang sangat kuat antara kedua parameter tersebut, dengan skor korelasi 0,848 serta skor signifikansi 0,000.

Perolehan studi ini memberikan gambaran klinis bahwasanya tingginya kadar HbA1c berhubungan dengan tingginya kadar LDL. Keadaan ini menjadi

gambaran penting dalam penatalaksanaan pasien Diabetes Melitus (DM) Tipe 2, karena pemantauan kadar glukosa darah perlu disertai pemantauan profil lipid untuk mengurangi risiko komplikasi makrovaskular. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam membantu tenaga kesehatan memahami keterkaitan fisiologis antara kontrol glikemik dan status lipid, sehingga dapat dijadikan dasar dalam menentukan strategi pengelolaan pasien yang lebih terarah.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, dikarenakan atas rahmat-Nya penulis bisa menuntaskan0 proposal penelitian dengan judul ” Korelasi Kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1C) Dengan *Low-Density Lipoprotein* (LDL) Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2” tepat pada waktunya.

Beragam arahan, dukungan, serta kontribusi pemikiran dari berbagai pihak diperoleh penulis selama tahapan penyusunan usulan penelitian ini berlangsung. Atas segala bantuan tersebut, penulis dengan penuh rasa hormat menyampaikan penghargaan beserta ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya pada:

1. Dr.Sri Rahayu, S.Tr, Keb, S.Kep, Ners, M.Kes, sebagai Direktur Poltekkes Kemenkes Denpasar yang sudah memberkani kesempatan guna mengikuti pendidikan di program studi RPL Diploma Empat Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Denpasar.
2. I Gusti Ayu Sri Dhyanaputri, S.KM., M.PH., sebagai Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Denpasar yang sudah bersedia mendukung serta membimbing penulis.
3. Ni Nyoman Astika Dewi, S.Gz., M.Biomed sebagai Pembimbing Utama yang selalu membimbing, mengarahkan serta memberi masukan pada penulis sampai usulan penelitian ini bisa diselesaikan.
4. Dr.dr.I Gusti Agung Dewi Sarihati. M.Biomed sebagai Pembimbing Pendamping yang selalu mendampingi pada sistem penulisan yang menjadikan usulan penelitian ini bisa dituntaskan tepat pada waktunya.
5. I Nyoman Jirna, SKM., M.Si, Cokorda Dewi Widhya Hana Sundari, SKM., M.Si dan Nur Habibah, S.Si., M.Sc. Penguji yang sudah memberikan masukan dan bimbingan untuk kesempurnaan usulan penelitian ini.
6. Teman-teman, keluarga, pasangan serta semua pihak yang telah banyak membantu dan mendukung sehingga usulan penelitian ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Keterbatasan wawasan serta kemampuan yang dimiliki menyebabkan usulan penelitian ini masih belum mencapai hasil yang sepenuhnya optimal. Oleh sebab itu, masukan berupa kritik maupun saran yang bersifat konstruktif sangat diharapkan guna menunjang penyempurnaan proposal studi ini. Sebagai penutup,

penulis menyampaikan ucapan terima kasih pada semua pihak yang sudah memberikan perhatian beserta dukungannya.

Denpasar, Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
RIWAYAT PENULIS	vi
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
ABSTRAK	ix
RINGKASAN PENELITIAN	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	7
C. Rumusan Masalah	8
D. Tujuan Penelitian	8
1. Tujuan Umum.....	8
2. Tujuan Khusus.....	8
E. Manfaat Penelitian	9
1. Manfaat teoritis.....	9
2. Manfaat praktis.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
A. Diabetes Melitus Tipe 2	11
1. Pengertian dan klasifikasi DM tipe 2	11
2. Epidemiologi DM Tipe 2	12
3. Etiologi dan Faktor Risiko DM Tipe 2.....	13
4. Patofisiologi DM Tipe 2.....	14
5. Komplikasi Kronis DM Tipe 2 (mikrovaskular dan makrovaskular)	14

B. Hemoglobin Glikosilat (HbA1c).....	15
1. Definisi HbA1c.....	15
2. Mekanisme Pembentukan HbA1c	16
3. Peran HbA1c pada DM	17
4. Interpretasi Hasil HbA1c.....	17
5. Metode Pemeriksaan HbA1c.....	18
C. <i>Low-Density Lipoprotein</i> (LDL)	20
1. Definisi lipoprotein dan klasifikasinya	20
2. Struktur dan Fungsi LDL	21
3. Metabolisme LDL	22
4. Peran LDL dalam Aterosklerosis dan Penyakit Kardiovaskular	24
5. Target Kadar LDL pada Pasien DM Tipe 2	26
D. Hubungan HbA1c dan LDL pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2	28
BAB III KERANGKA KONSEP	31
A. Kerangka Konsep	31
B. Variabel dan Definisi Operasional Variabel.....	32
1. Variabel Penelitian	32
C. Hubungan antar Variabel	35
D. Definisi Operasional Variabel.....	37
E. Hipotesis Penelitian	37
BAB IV METODE PENELITIAN	38
A. Jenis Penelitian.....	38
B. Desain Penelitian	38
C. Alur Penelitian	39
D. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
1. Lokasi Penelitian.....	39
2. Waktu penelitian	39
E. Populasi dan Sampel	40
1. Populasi Penelitian	40
2. Sampel Penelitian.....	40
F. Jenis dan Teknik Mengumpulkan Data	42
G. Teknik Pengumpulan Data	43
H. Instrumen Pengumpulan Data	43
I. Prosedur Kerja Pemeriksaan Laboratorium.....	44
1. Pra analitik	45
2. Analitik.....	46

J. Pengolahan dan Analisis Data.....	49
1. Teknik Pengolahan Data.....	49
2. Analisis Data	50
K. Etika Penelitian	51
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53
A. Hasil Penelitian	53
1. Kriteria Responden.....	53
2. Distribusi Kadar HbA1c.....	54
3. Distribusi Kadar LDL	56
4. Uji Normalitas.....	57
5. Uji Korelasi	58
B. Pembahasan.....	60
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN	64
A. Simpulan.....	64
B. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pengelompokan Komplikasi Mikrovaskular.....	14
Tabel 2. Pengelompokan Komplikasi Makrovaskular.....	15
Tabel 3. Kategori Hasil Pemeriksaan HbA1C.....	18
Tabel 4. Definisi Operasional.....	37
Tabel 5. Frekuensi HB1AC.....	53
Tabel 6. Frekuensi LDL	54
Tabel 7. Kadar HBA1C.....	55
Tabel 8. Kadar LDL	56
Tabel 9. Pengujian Normalitas.....	58
Tabel 10. Uji Korelasi	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Mekanisme Pembentukan HbA1C	17
Gambar 2.	Struktur Lipoprotein.....	20
Gambar 3.	Kerangka konsep korelasi kadar HbA1C dengan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2.....	32
Gambar 4.	Hubungan Antar Variabel.....	35
Gambar 5.	Alur Penelitian.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Informed Consent	69
Lampiran 2. Surat Persetujuan Menjadi Responden	72
Lampiran 3. Kuesioner	73
Lampiran 4. Surat Permohonan Izin Penelitian Rumah Sakit Murni Teguh Tuban Bali	75
Lampiran 5. Kelayakan Etik	76
Lampiran 6. Jadwal Kegiatan Penelitian	77
Lampiran 7. Anggaran.....	78
Lampiran 8. Rekapitulasi Hasil	79
Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan	81
Lampiran 10. Hasil Uji Statistik.....	83
Lampiran 11. Hasil Turnitin.....	85
Lampiran 12. Lembar Bimbingan Skripsi.....	86

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ADA	American Diabetes Association
Apo B-100	Apolipoprotein B-100
BMI	Body Mass Index (Indeks Massa Tubuh)
CKD	Chronic Kidney Disease (Penyakit Ginjal Kronis)
DM	Diabetes Mellitus
DM Tipe 2 / DMT2	Diabetes Mellitus Tipe 2
DCCT	Diabetes Control and Complications Trial
HbA	Hemoglobin A
HbA1c	Hemoglobin Glikosilat
HDL	High-Density Lipoprotein
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
IDF	International Diabetes Federation
IDL	Intermediate-Density Lipoprotein
LDL	Low-Density Lipoprotein
LPL	Lipoprotein Lipase
Lp(a)	Lipoprotein (a)
NCEP	National Cholesterol Education Program
NGSP	National Glycohemoglobin Standardization Program
NIDDM	Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus
PJK	Penyakit Jantung Koroner
PAP	Penyakit Arteri Perifer
SIG	Significance
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
VLDL	Very Low-Density Lipoprotein
WHO	World Health Organization

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Permasalahan metabolik yang paling banyak ditemukan secara global salah satunya ialah diabetes, yang dalam beberapa dekade terakhir berkembang menjadi pandemi klinis dan menempati posisi penting sebagai persoalan kesehatan dunia. Peningkatan jumlah kasus terus terjadi dari waktu ke waktu, bahkan World Health Organization memperkirakan lebih dari 590 juta individu akan terdiagnosis diabetes pada tahun 2035. Kondisi ini dijelaskan sebagai kelainan metabolisme glukosa dengan berbagai penyebab yang ditandai oleh hiperglikemia kronis, disertai gangguan pada metabolisme karbohidrat, lemak, serta protein akibat abnormalitas sekresi insulin, fungsi insulin, ataupun kombinasi keduanya. Di antara berbagai klasifikasi yang ada, diabetes melitus tipe 2 menjadi bentuk yang paling dominan ditemukan (Reed et al., 2021).

Diabetes mellitus (*DM*) merupakan gangguan metabolisme yang umum terjadi dan telah menjadi isu kesehatan global melalui angka peristiwa yang selalu mengalami peningkatan. Menurut World Health Organization (*WHO*), pada tahun 2035 diproyeksikan lebih dari 590 juta orang akan terdiagnosis diabetes. Salah satu bentuk diabetes yang paling sering terjadi ialah *Diabetes Mellitus* (*DM*) Tipe 2, yang disebabkan oleh resistensi insulin sehingga tubuh tidak mampu menggunakan insulin dengan efektif. Di Indonesia, prevalensi *DM* Tipe 2 terus meningkat, mencapai 8,6% dari total populasi pada tahun 2022, dengan sekitar 21 juta penduduk terdiagnosis. Kondisi ini berdampak signifikan terhadap kualitas hidup, terutama jika komplikasi terjadi, yang meliputi gangguan fisik, psikologis, beserta

tingginya beban finansial bagi pasien, keluarga, dan sistem kesehatan (Erdaliza et al., 2024).

Pengendalian kadar glukosa darah jangka panjang amat krusial guna menurunkan risiko komplikasi mikrovaskular serta makrovaskular. *Hemoglobin A1c* (*HbA1c*) dimanfaatkan menjadi indikator utama pengendalian glikemik, dikarenakan memvisualisasikan kadar glukosa rerata pada periode 2–3 bulan terakhir. Studi klinis memperlihatkan bahwasanya baiknya pengelolaan HbA1c dapat mengurangi risiko komplikasi seperti nefropati, retinopati, neuropati, serta penyakit jantung dan stroke. Selain itu, kadar *Low-Density Lipoprotein* (*LDL*) ialah satu di antara faktor risiko utamadari komplikasi kardiovaskular pada pasien DM Tipe 2, di mana peningkatan LDL dapat memicu aterosklerosis dan penyakit jantung koroner (Pinakesty, 2020; Dewi Simanullang et al., 2024).

Dominasi kasus diabetes di dunia paling banyak berasal dari diabetes melitus tipe 2. Kondisi ini muncul akibat menurunnya sensitivitas sel tubuh terhadap insulin sehingga hormon yang diproduksi tidak dapat bekerja secara optimal atau dikenal sebagai resistensi insulin. Secara global, pada kisaran 90–95% penderita diabetes termasuk dalam kategori DM tipe 2.

Permasalahan diabetes melitus di Indonesia juga memperlihatkan kecenderungan yang semakin mengkhawatirkan. Mengacu pada data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemenkes RI), prevalensi diabetes melitus terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Angka kejadian DM tipe 2 di Indonesia mencapai 8,6% dari keseluruhan populasi, dengan jumlah penderita pada tahun 2022 diperkirakan sejumlah 21 juta jiwa. Selain itu, diabetes yang disertai komplikasi menempati urutan ketiga penyebab mortalitas tertinggi di Indonesia.

Tercatat berkisar 6,7% atau setara dengan 1,5 juta penderita diabetes mengalami komplikasi penyakit. Peningkatan kasus tersebut erat kaitannya dengan perubahan pola hidup masyarakat, proses urbanisasi dan industrialisasi, serta kebiasaan konsumsi makanan yang kurang sehat.

Di wilayah provinsi Bali, jumlah penderita DM tipe 2 tercatat sejumlah 52.282 orang beserta sekitar 37.736 di antaranya sudah memperoleh pelayanan kesehatan (Dinas Kesehatan Bali, 2020). Sementara itu, di Kabupaten Badung pada tahun 2022 terdapat 2.608 penderita diabetes melitus, dengan 2.600 orang atau sekitar 99,7% telah mendapatkan pelayanan kesehatan (Dinas Kesehatan Kabupaten Badung, 2022).

Sejumlah studi terdahulu memperlihatkan ditemukannya keterkaitan yang positif di antara kadar HbA1c dan LDL. Misalnya, Driyah et al. (2019) melaporkan bahwasanya kontrol glikemik yang buruk berhubungan dengan peningkatan LDL, sedangkan penelitian Maajid et al. (2023) memperlihatkan keterkaitan yang positif di antara HbA1c serta LDL pada pasien DM Tipe 2. Mekanisme biologis hubungan ini terkait dengan resistensi insulin yang meningkatkan pelepasan asam lemak bebas dan metabolisme lipid di hati, sehingga kadar LDL meningkat (Hafid & Suharmanto, 2021).

Dengan meningkatnya prevalensi DM dan risiko komplikasi kardiovaskular yang tinggi, penting untuk meneliti hubungan antara HbA1c dan LDL secara sistematis. Tujuan dari studi ini guna menyelidiki keterkaitan di antara kadar HbA1c dan LDL pada pasien DM Tipe 2, sehingga dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengelolaan pasien dan upaya pencegahan komplikasi kardiovaskular.

Kualitas hidup penderita dapat mengalami penurunan yang bermakna akibat

munculnya komplikasi diabetes melitus tipe 2, baik dalam aspek fisik, psikologis, maupun ekonomi. Kerusakan organ yang timbul sebagai dampak komplikasi menyebabkan penurunan fungsi tubuh sehingga aktivitas harian penderita menjadi terganggu. Di samping itu, proses penatalaksanaan dan perawatan komplikasi membutuhkan biaya yang relatif besar, sehingga memberikan tekanan finansial tidak hanya bagi pasien dan keluarga, tetapi juga terhadap sistem pelayanan kesehatan secara menyeluruh (Erdaliza et al., 2024).

Pengendalian kadar glukosa darah secara jangka panjang sangat penting pada Diabetes Melitus Tipe 2 karena secara langsung menurunkan risiko terjadinya komplikasi mikrovaskular (seperti nefropati, retinopati, dan neuropati) serta dapat berdampak positif terhadap komplikasi makrovaskular (seperti penyakit jantung dan stroke). Studi klinis utama memperlihatkan bahwasanya pengelolaan gula darah yang baik secara intensif dapat dengan signifikan mengurangi risiko penyakit ginjal tahap akhir (end-stage kidney disease), kerusakan saraf, dan gangguan retina, terutama bila dimulai sejak dini.

Hemoglobin A1c (HbA1c) adalah indikator utama untuk menilai kontrol glukosa darah jangka panjang pada pasien DM Tipe 2. HbA1c menggambarkan kadar glukosa rata-rata dalam darah pada periode 2-3 bulan terakhir sehingga menjadi alat monitoring utama dalam manajemen diabetes. Satu di antara parameter laboratorium yang digunakan dalam pemantauan diabetes melitus ialah hemoglobin terglukosilasi atau HbA1c. Pemeriksaan ini menggambarkan terbentuknya ikatan antara glukosa dan molekul hemoglobin, tepatnya pada asam amino valin di bagian terminal rantai beta hemoglobin. Pada tahapan awal, ikatan tersebut bersifat sementara dan mudah terurai kembali apabila kondisi hiperglikemia berlangsung

singkat lalu kembali menjadi normoglikemia. Namun, apabila kadar glukosa darah tetap tinggi dalam periode yang lebih lama, ikatan tersebut akan berubah menjadi stabil dan menetap sebagai HbA1c (Widyatmojo et al., 2018). Mengacu pada American Diabetes Association (2022), skor HbA1c dimanfaatkan menjadi target pengendalian diabetes melitus.

Fungsi HbA1c tidak hanya terbatas sebagai indikator pengendalian glikemik jangka panjang, tetapi juga sudah banyak diteliti menjadi penanda dalam memprediksi kejadian dislipidemia pada penderita diabetes melitus tipe 2. Penelitian Diabetes Control and Complications Trial menyatakan bahwasanya kadar HbA1c di bawah 7,0% bisa menurunkan risiko keparahan komplikasi kronis DM. Selain itu, perkembangan studi terkini memperlihatkan bahwasanya HbA1c juga dapat dimanfaatkan sebagai indikator predisposisi penyakit kardiovaskular pada pasien DM (Driyah et al., 2019).

Berbagai kondisi patologis pada penderita diabetes melitus umumnya berkaitan dengan gangguan vaskular. Kelainan vaskular akibat diabetes dibedakan menjadi komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular. Sebagai salah satu bentuk komplikasi vaskular, penyakit kardiovaskular seperti infark miokard diketahui terjadi sekitar tiga hingga lima kali lebih sering pada penderita diabetes melitus dan menjadi salah satu penyebab mortalitas tertinggi. Maka dari itu, identifikasi faktor risiko kardiovaskular memiliki peranan yang amat krusial pada penatalaksanaan diabetes melitus selain pengawasan status glikemia (Widyatmojo et al., 2018).

Peluang terjadinya dislipidemia pada individu dengan DM tercatat sekitar dua hingga empat kali lebih besar dibandingkan individu tanpa diabetes. Keadaan lipotoksisitas pada diabetes turut mempercepat terbentuknya aterosklerosis pada

pembuluh darah. Sejumlah studi mengemukakan bahwasanya sekitar 80% angka mortalitas penderita diabetes berkaitan dengan aterosklerosis, di mana 75% dipicu oleh penyakit jantung koroner, sedangkan 25% lainnya disebabkan oleh stroke. Tingginya angka kesakitan maupun mortalitas pada pasien DM umumnya berhubungan dengan gangguan kardiovaskular, terutama penyakit jantung koroner. Salah satu faktor predisposisi terjadinya penyakit tersebut pada penderita diabetes melitus tipe 2 ialah abnormalitas profil lipid yang diberi tanda dengan meningkatnya kadar kolesterol total, LDL, serta trigliserida, disertai menurunnya kadar HDL (Pinakesty A., 2020).

Lipoprotein dengan kandungan protein rendah tetapi kaya kolesterol dikenal sebagai *Low-Density Lipoprotein* (LDL). Fraksi lipid ini kerap dijuluki sebagai kolesterol “buruk” karena membawa kolesterol menuju jaringan tubuh, termasuk lapisan endotel pembuluh darah. Konsentrasi LDL yang melampaui batas normal, terutama lebih dari 100 mg/dL, bisa mengalami akumulasi pada dinding vaskular dan memicu terbentuknya plak hingga penyempitan pembuluh darah (Dewi Simanullang et al., 2024)

Dari segi teoritis, keterhubungan antara HbA1c dengan LDL dipengaruhi oleh penurunan aktivitas insulin yang mengakibatkan peningkatan kerja hormon sensitif lipase. Aktivitas tersebut merangsang terjadinya lipolisis sehingga pelepasan gliserol dan asam lemak bebas ke dalam sirkulasi darah meningkat. Jumlah asam lemak bebas yang berlebihan selanjutnya diangkut menuju hati untuk menjalani proses metabolisme lipid dan diubah menjadi trigliserida yang kemudian menjadi komponen Very Low-Density Lipoprotein (VLDL). Trigliserida tersebut akan bertukar dengan ester kolesterol dari LDL-kolesterol. Pada keadaan resistensi

insulin, LDL yang kaya trigliserida akan mengalami proses hidrolisis sehingga menghasilkan partikel LDL yang lebih kecil, padat, serta bersifat semakin aterogenik (Hafid & Suharmanto, 2021)

Mengacu pada studi terdahulu yang dilaksanakan oleh Driyah et al, (2016) dengan judul “Hubungan Antara HbA1c Dengan LDL Kolesterol dan Albuminuria pada Penderita DM dengan Riwayat Komplikasi Jantung Koroner” memperlihatkan bahwasanya ditemukan keterkaitan yang positif sedang di antara HbA1c dengan LDL Kolesterol. Semakin tinggi kadar HbA1c semakin tinggi kadar LDL Kolesterol. Studi yang dilaksanakan oleh Ahyaeni et al, (2022) dengan judul “Korelasi Antara Nilai HbA1c dan Kadar Kolesterol LDL Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di RSUD Waled Kabupaten Cirebon” memperlihatkan korelasi positif pada variabel artinya semakin tinggi nilai HbA1C maka kadar Kolesterol LDL semakin tinggi. Dalam 6 bulan terakhir dari data rekam medis ditemukan pasien DM Tipe 2 yang melakukan pemeriksaan kadar HbA1C dan kadar LDL sebanyak 100 pemeriksaan. Dari data yang di dapatkan pada tahun 2023 ditemukan sebanyak 67 pasien DM Tipe 2 yang melakukan pemeriksaan kadar HbA1C dan kadar LDL, lalu pada tahun 2024 meningkat menjadi 166 pasien dan di tahun 2025 sampai bulan Oktober mengalami peningkatan menjadi 256 pasien. Berdasarkan prevalensi yang terus mengalami peningkatan pada kejadian DM sehingga peneliti ingin melakukan penelitian ini.

B. Permasalahan

Mengacu pada latar belakang studi, berikut permasalahan yang akan dilaksanakan pengkajian:

1. Terdapat hubungan antara kadar *Hemoglobin A1c (HbA1c)* dengan kadar *Low-*

Density Lipoprotein (LDL) pada pasien *Diabetes Mellitus* Tipe 2.

2. Kadar HbA1c bisa dimanfaatkan menjadi indikator guna memprediksi risiko peningkatan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2.
3. Faktor-faktor *confounding*, seperti gaya hidup, kondisi medis, dan terapi farmakologis, mempengaruhi hubungan antara kadar HbA1c serta LDL pada pasien DM Tipe 2.
4. Perolehan atas keterkaitan di antara HbA1c dan LDL memberikan implikasi terhadap penatalaksanaan *clinical* pasien DM Tipe 2, terlebih guna mencegah komplikasi kardiovaskular.

C. Rumusan Masalah

Mengacu pada penjabaran latar belakang sebelumnya, maka permasalahan yang ingin diteliti yakni bagaimana korelasi di antara kadar HbA1c dengan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2 ?

D. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui korelasi antara kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1c) dengan *Low-Density Lipoprotein* (LDL) pada pasien *Diabetes Mellitus* Tipe 2.

2. Tujuan Khusus

- a) Mengukur kadar HbA1c pada pasien DM Tipe 2.
- b) Mengukur kadar LDL pada pasien DM Tipe 2.
- c) Menganalisis korelasi antara kadar HbA1c dan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Harapannya studi ini bisa memperkaya wawasan ilmiah terkait korelasi di antara kontrol glikemik jangka panjang (HbA1c) dan profil lipid (LDL) pada pasien *Diabetes Mellitus* Tipe 2. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengeksplorasi faktor risiko komplikasi vaskular dan hubungan metabolik lainnya pada pasien DM. Selain itu, penelitian ini memberikan pemahaman lebih mendalam tentang mekanisme fisiologis yang menghubungkan kadar glukosa darah dan kadar lipid, yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan ilmu kesehatan dan patofisiologi diabetes.

2. Manfaat praktis

a. Untuk ilmu pengetahuan dan peneliti

Studi ini memperluas literatur mengenai korelasi HbA1c dan LDL, sekaligus berperan sebagai landasan untuk studi berkelanjutan terkait faktor risiko komplikasi kardiovaskular pada pasien DM Tipe 2, khususnya di wilayah Bali.

b. Bagi rumah sakit

Sebagai bahan evaluasi program pelayanan, terutama terkait pengendalian kadar gula darah serta kolesterol pada pasien DM Tipe 2. Meningkatkan kewaspadaan dini staf medis dalam memantau kadar LDL pada pasien dengan HbA1c tinggi, sehingga pencegahan komplikasi kardiovaskular dapat dilakukan lebih awal.

c. Bagi tenaga kesehatan

- 1) Menjadi panduan klinis guna memberi edukasi secara lebih terarah pada pasien terkait pentingnya pengendalian HbA1c dan LDL secara bersamaan.
- 2) Mendukung pengambilan keputusan terapeutik, seperti penyesuaian dosis obat antihiperglikemik dan obat penurun kolesterol berdasarkan profil risiko pasien.

d. Bagi pasien DM Tipe 2

Studi ini bisa meningkatkan kesadaran pasien tentang hubungan antara HbA1c dan LDL, memotivasi pasien untuk disiplin menjalankan gaya hidup sehat, termasuk diet seimbang, olahraga teratur, serta kepatuhan pada terapi pengobatan. Perihal tersebut, harapannya bisa menekan risiko komplikasi kardiovaskular serta memberikan peningkatan pada kualitas hidup pasien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus Tipe 2

1. Pengertian dan klasifikasi DM tipe 2

Peningkatan kadar glukosa dalam sirkulasi darah atau hiperglikemia menjadi ciri utama dari Diabetes Mellitus yang dalam masyarakat umum sering dikenal sebagai penyakit kencing manis. Kondisi tersebut muncul akibat ketidakcukupan hormon insulin, baik secara absolut maupun relatif. Pada diabetes melitus tipe 2, gangguan umumnya banyak ditemukan pada kelompok usia lanjut, khususnya individu berumur di atas 60 tahun. Tipe diabetes ini terjadi ketika insulin yang diproduksi tubuh tidak mampu bekerja secara optimal sehingga dikenal sebagai *Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM). Walaupun pankreas masih mampu menghasilkan insulin dalam jumlah yang memadai untuk metabolisme glukosa, pemanfaatannya oleh jaringan tubuh berlangsung tidak efektif. Seiring berjalannya waktu, produksi insulin mengalami penurunan yang diikuti dengan peningkatan kadar glukosa darah. Diabetes melitus tipe 2 sebelumnya juga disebut sebagai diabetes dewasa atau diabetes tidak tergantung insulin karena kondisi ini berkaitan dengan resistensi insulin yang menyebabkan tubuh tidak dapat merespons kerja insulin secara maksimal (Manurung, 2018).

Berdasarkan klasifikasinya, Diabetes Mellitus dibedakan menjadi beberapa tipe utama. Diabetes melitus tipe 1 ditandai dengan kadar insulin yang berada di bawah batas normal akibat gangguan produksi insulin oleh pankreas. Sementara itu, diabetes melitus tipe 2 terjadi akibat ketidakmampuan tubuh memanfaatkan insulin secara efektif yang umumnya berkaitan dengan peningkatan berat badan dan

rendahnya aktivitas fisik. Selain kedua tipe tersebut, terdapat pula diabetes gestasional, yaitu hiperglikemia yang pertama kali teridentifikasi selama masa kehamilan.

2. Epidemiologi DM Tipe 2

Mayoritas kasus diabetes yang ditemukan di masyarakat termasuk dalam kategori DM tipe 2, dengan proporsi mencapai lebih dari 90% dari keseluruhan populasi penderita diabetes. Pada populasi dewasa ras kulit putih, prevalensi diabetes melitus tipe 2 diperkirakan berkisar antara 3–6%. International Diabetes Federation pada tahun 2011 melaporkan bahwasanya sekitar 336 juta penduduk dunia mengalami DM tipe 2 serta kondisi tersebut berkaitan dengan 4,6 juta mortalitas setiap tahunnya, atau setara dengan satu mortalitas tiap tujuh detik. Di United States, penyakit ini menyerang sekitar 12% populasi dewasa dan lebih dari 25% individu berusia di atas 65 tahun (Whiting et al., 2011).

Mengacu pada data World Health Organization, jumlah penderita diabetes di dunia mencapai pada kisaran 422 juta jiwa yang dominasi berasal dari negara dengan pendapatan rendah hingga menengah. Penyakit ini juga secara langsung berkontribusi terhadap sekitar 1,6 juta mortalitas setiap tahun. Pada sejumlah dekade terakhir, angka kejadian maupun prevalensi diabetes terus memperlihatkan tren peningkatan (Saeedi et al., 2019). Pada tahun 2019, prevalensi diabetes global tercatat sejumlah 9,3%, sedangkan di kawasan Asia Tenggara mencapai 11,3% pada kelompok usia 20–79 tahun. Pada tahun yang sama, Indonesia menempati urutan ketujuh dari sepuluh negara dengan jumlah penderita diabetes tertinggi di dunia, yakni pada kisaran 10,7 juta jiwa (Infodatin, 2020).

Di wilayah Bali, jumlah penderita diabetes melitus tipe 2 tercatat sebanyak

52.282 orang dan sekitar 37.736 di antaranya telah memperoleh pelayanan medis (Triastawan et al., 2024). Sementara itu, di Kabupaten Badung pada tahun 2022 terdapat 2.608 penderita diabetes melitus, dengan 2.600 orang atau sekitar 99,7% telah mendapatkan pelayanan kesehatan (Dinas Kesehatan Kabupaten Badung, 2022).

3. Etiologi dan Faktor Risiko DM Tipe 2

Terjadinya diabetes melitus tipe 2 berkaitan erat dengan gangguan sekresi insulin yang berlangsung secara progresif serta adanya resistensi insulin pada jaringan tubuh. Pada individu dengan Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus (NIDDM), penyakit ini umumnya memiliki kecenderungan familial yang cukup kuat. Karakteristik utama NIDDM ditunjukkan oleh abnormalitas pada proses sekresi insulin maupun gangguan respons kerja insulin. Tahapan awal kondisi ini biasanya diawali dengan menurunnya sensitivitas sel target terhadap insulin. Dalam mekanismenya, insulin terlebih dahulu berikatan dengan reseptor tertentu di permukaan sel, kemudian memicu reaksi intraseluler yang berperan dalam meningkatkan transport glukosa melewati membran sel.

Pada penderita NIDDM, gangguan dapat terjadi pada proses interaksi antara insulin dengan reseptornya. Keadaan tersebut diperkirakan muncul akibat berkurangnya jumlah reseptor sel yang responsif terhadap insulin pada membran sel. Dampaknya, terbentuk kelainan pada penggabungan kompleks reseptor insulin dengan sistem pengangkutan glukosa. Dalam periode tertentu, kadar glukosa darah masih mampu dipertahankan dalam batas normal melalui peningkatan produksi insulin. Namun, seiring perkembangan penyakit, kemampuan sekresi insulin akan mengalami penurunan sehingga jumlah insulin yang beredar tidak lagi mencukupi

untuk mempertahankan kondisi euglikemia (Manurung, 2018).

4. Patofisiologi DM Tipe 2

Kombinasi antara resistensi insulin perifer dan ketidakmampuan sel beta pankreas menghasilkan insulin dalam jumlah yang memadai menjadi karakteristik utama diabetes melitus tipe 2. Resistensi insulin berkaitan dengan meningkatnya kadar asam lemak bebas serta sitokin proinflamasi di dalam plasma yang selanjutnya menyebabkan penurunan transport glukosa ke sel otot, peningkatan produksi glukosa oleh hepar, serta percepatan pemecahan lipid. Dalam mekanisme tersebut, glukagon turut memegang peranan penting. Hilangnya keseimbangan hubungan antara sel beta penghasil insulin dan sel alfa penghasil glukagon mengakibatkan terjadinya hiperglukagonemia yang kemudian berkontribusi terhadap kondisi hiperglikemia (Khardori, 2013).

5. Komplikasi Kronis DM Tipe 2 (mikrovaskular dan makrovaskular)

Pada DM Tipe 2, komplikasi kronis terbagi menjadi dua kelompok utama : mikrovaskular dan makrovaskular. Komplikasi ini umumnya terjadi akibat hiperglikemia kronis yang tidak terkontrol, sehingga menyebabkan kerusakan organ target secara perlahan dan progresif.

a. Komplikasi Mikrovaskular.

Tabel 1. Pengelompokan Komplikasi Mikrovaskular

Komplikasi Mikrovaskular	Organ	Dampak Klinis Utama
Nefropati diabetic	Ginjal	Gagal ginjal, proteinuria
Retinopati diabetic	Mata	Gangguan penglihatan atau kebutaan
Neuropati diabetic	Saraf Perifer	Nyeri, kebas, ulkus kaki, amputasi

(Adi Soleistijo, dkk., 2019)

b. Komplikasi Makrovaskular.

Tabel 2. Pengelompokan Komplikasi Makrovaskular

Komplikasi Makrovaskular	Organ	Dampak Klinis Utama
Penyakit jantung koroner Stroke	Jantung Otak	Infrak miokard, angina Hemiparesis, gangguan bicara
Penyakit vascular perifer	Ekstremitas bawah	Nyeri saat berjalan, amputasi

(Adi Soleistijo, dkk., 2019)

B. Hemoglobin Glikosilat (HbA1c)

1. Definisi HbA1c

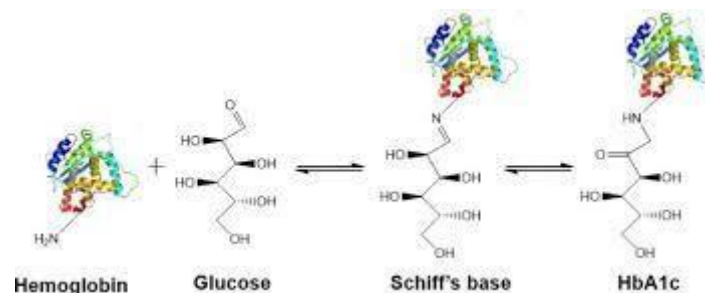
Satu di antara bentuk hemoglobin terglikasi yang terbentuk akibat perlekatan molekul glukosa dengan hemoglobin A (HbA) di dalam eritrosit dikenal sebagai HbA1c. Peningkatan kadar HbA1c berlangsung sejalan dengan tingginya konsentrasi glukosa darah rata-rata. Nilai HbA1c cenderung stabil karena dipengaruhi oleh usia eritrosit yang berkisar antara 100–120 hari, sehingga parameter ini mampu menggambarkan rerata kadar glukosa darah selama kurang lebih tiga hingga empat bulan terakhir. Pemeriksaan HbA1c dianggap sebagai metode tunggal yang paling baik dalam mengevaluasi risiko kerusakan jaringan akibat hiperglikemia kronis. Secara molekuler, HbA1c memiliki struktur berupa N-(1-deoxy)-fructosyl-hemoglobin atau N-(1-deoxyfructose-1-yl) hemoglobin beta chain. *Hemoglobin A1c* terbentuk melalui ikatan stabil glukosa pada gugus terminal-N rantai beta hemoglobin yang menghasilkan modifikasi pascatranslasi. Proses tersebut terjadi ketika glukosa berikatan dengan gugus amino bebas pada residu valin terminal-N rantai beta hemoglobin.

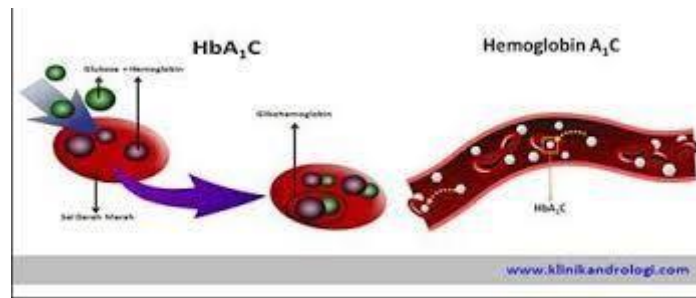
HbA1c merupakan senyawa yang dihasilkan dari reaksi kimia antara glukosa

dengan hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah. Pemeriksaan HbA1c dimanfaatkan sebagai indikator untuk memantau pengendalian glukosa darah jangka panjang, membantu penegakan diagnosis, menentukan prognosis, serta mendukung tata laksana penderita diabetes melitus melalui pengukuran kadar hemoglobin yang mengalami glikasi oleh gula darah (Suci & Ginting, 2023).

2. Mekanisme Pembentukan HbA1c

Terbentuknya HbA1c berlangsung melalui proses glikasi, yaitu reaksi non-enzimatik antara glukosa dengan gugus terminal-N pada rantai hemoglobin A (HbA). Tahap awal proses ini menghasilkan schiff base, yakni ikatan yang terbentuk antara gugus asam amino bebas dari protein dengan gula pereduksi seperti glukosa. Selanjutnya, melalui proses penataan ulang molekul, schiff base akan berubah menjadi produk Amadori, yaitu senyawa hasil reaksi antara glukosa dan protein akibat pemanasan, dengan HbA1c menjadi bentuk yang paling dikenal. Komponen hemoglobin pada orang dewasa normal sebagian besar tersusun atas HbA, HbA2, serta HbF dengan proporsi masing-masing sekitar 97%, 2,5%, dan 0,5%. Dari keseluruhan HbA tersebut, sekitar 6% mengalami proses glikasi. Fraksi terbesar dari hemoglobin terglykasi ialah HbA1c yang pada individu sehat mencakup sekitar 5% dari total fraksi HbA, sedangkan sisanya terdiri atas komponen minor HbA1a dan HbA1b sekitar 1%. Dibandingkan fraksi lainnya, HbA1c ialah komponen yang jumlahnya paling dominan (Sherwani et al., 2016).





Gambar 1. Mekanisme Pembentukan HbA1C

3. Peran HbA1c pada DM

Pemeriksaan HbA1c mempunyai peranan krusial guna mendukung tata laksana diabetes melitus, baik menjadi metode penyaringan, penegakan diagnosis, maupun pemantauan pengendalian penyakit, yakni:

- 1) Tes Saring (Skrining tes) Berfungsi untuk mengidentifikasi diabetes melitus sedini mungkin sehingga kemungkinan munculnya komplikasi kronis akibat penyakit tersebut dapat diminimalkan.
- 2) Tes Diagnostik Dimanfaatkan untuk menegaskan diagnosis diabetes melitus pada individu dengan manifestasi klinis khas maupun pasien yang terdeteksi melalui pemeriksaan skrining.
- 3) Tes Pengendalian Digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan terapi dan pengobatan dalam upaya mencegah terjadinya komplikasi kronik.
- 4) Indikator Kontrol Glikemik Berperan guna menggambarkan rerata kadar glukosa darah selama kurang lebih tiga bulan sebelum pemeriksaan dilaksanakan (Simatupang, 2020).

4. Interpretasi Hasil HbA1c.

Pemeriksaan HbA1C dapat digolongkan beberapa kategori yaitu sebagai berikut :

Tabel 3. Kategori Hasil Pemeriksaan HbA1C

No	Kadar HbA1c	Keterangan
1	< 5.7 %	Normal
2	5.7 – 6.4 %	Pre diabetes
3	≥ 6.5 %	Diabetes

(Alodokter, 2024)

5. Metode Pemeriksaan HbA1c.

a. High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) Pertukaran Ion :

- 1) Prinsip : Sampel darah dilewatkan melalui kolom khusus.

Hemoglobin terpisah berdasarkan perbedaan muatan, dan HbA1c akan keluar dari kolom pada waktu tertentu yang dapat diukur.

- 2) Keunggulan : Sangat akurat dan dianggap sebagai "standar emas" (gold standard) untuk pemeriksaan HbA1c.

b. Chromatography Afinitas Boronat :

- 1) Prinsip : Menggunakan gel boronat yang secara spesifik mengikat glukosa yang menempel pada hemoglobin. Jumlah hemoglobin yang terikat kemudian diukur untuk menentukan kadar HbA1c.

- 2) Keunggulan : Tidak dipengaruhi oleh adanya varian hemoglobin (seperti HbS, HbC), sehingga cocok untuk pasien dengan kondisi genetik tertentu.

c. Metode imunofluoresensi mikrofluida untuk pemeriksaan HbA1c

menggabungkan dua teknologi utama: imunologi dan fluoresensi, yang diterapkan dalam sebuah sistem mikrofluida. Tujuannya adalah untuk mengukur kadar hemoglobin terglukasi (HbA1c) secara kuantitatif dalam sampel darah utuh. Secara umum, prinsipnya adalah sebagai berikut :

- 1) Imunologi : Menggunakan reaksi antara antigen (HbA1c) dan antibodi.

Antibodi spesifik untuk HbA1c diberi label dengan zat fluoresen.

- 2) Fluoresensi : Setelah antibodi berikatan dengan targetnya (HbA1c), zat fluoresen akan memancarkan cahaya ketika disinari oleh sumber cahaya tertentu (biasanya laser).
- 3) Mikrofluida : Seluruh proses reaksi terjadi di dalam chip atau kartrid kecil yang memiliki saluran-saluran mikro.

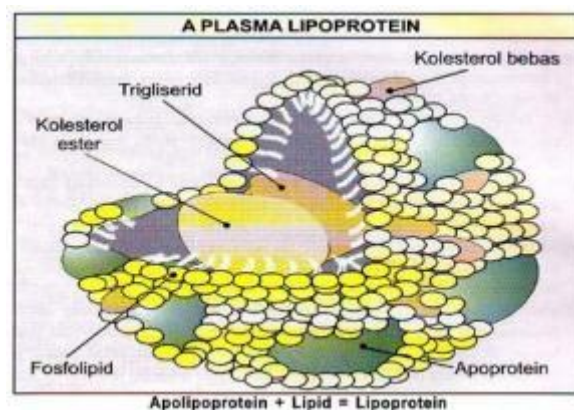
Kelebihan dari metode ini yaitu :

- 1) Kecepatan : Memberikan hasil yang sangat cepat, biasanya dalam 3-5 menit. Ini sangat ideal untuk penggunaan di klinik, praktik dokter, atau area gawat darurat (*Point-of-Care*).
- 2) Volume Sampel Kecil : Hanya membutuhkan volume darah yang sangat minim (sekitar 5-10 μL), membuat prosedur lebih nyaman bagi pasien.
- 3) Akurasi : Meskipun cepat, metode ini memiliki akurasi yang tinggi dan seringkali disertifikasi oleh program standarisasi seperti NGSP (*National Glycohemoglobin Standardization Program*).
- 4) Mudah Digunakan : Sistem ini umumnya ringkas, portabel, dan memiliki prosedur yang sederhana sehingga tidak memerlukan teknisi laboratorium yang sangat terlatih.

C. *Low-Density Lipoprotein* (LDL)

1. Definisi lipoprotein dan klasifikasinya

Lipoprotein ialah senyawa makromolekuler kompleks yang berfungsi mengangkut lipid hidrofobik, terutama trigliserida serta kolesterol, melalui cairan tubuh seperti plasma, limfe, dan cairan interstisial menuju maupun dari jaringan tubuh. Struktur lipoprotein berbentuk sferis dengan bagian inti yang tersusun atas trigliserida dan ester kolesterol, kemudian diselimuti lapisan permukaan berupa fosfolipid amfipatik, sedikit kolesterol bebas, serta apoprotein yang melekat pada permukaannya.



Gambar 2. Struktur Lipoprotein

Pada manusia, lipoprotein dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yakni *High-Density Lipoprotein* (HDL atau α -lipoprotein) yang berperan membawa kolesterol dari jaringan menuju hati, *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL atau pre β -lipoprotein) yang berasal dari hati untuk mendistribusikan trigliserida, *Intermediate Density Lipoprotein* (IDL) sebagai bentuk peralihan hasil degradasi VLDL pasca mayoritas trigliseridanya dilepaskan, serta *Low-Density Lipoprotein* (LDL atau β -lipoprotein) yang menjadi tahap akhir katabolisme VLDL ketika hampir seluruh trigliseridanya telah dikeluarkan. Selain itu, terdapat kilomikron

yang terbentuk dari penyerapan trigliserida di usus dan berfungsi mengangkut lemak hasil pencernaan, serta lipoprotein(a) [Lp(a)] yang berukuran kecil dan berkaitan dengan peningkatan risiko gangguan kardiovaskular.

LDL dikenal sebagai jenis lipoprotein dengan kandungan kolesterol tinggi tetapi kadar protein rendah. Fraksi lipid ini sering disebut sebagai kolesterol “buruk” karena kolesterol yang dibawanya dapat terdeposit pada berbagai jaringan, termasuk lapisan endotel pembuluh darah. Kadar LDL yang meningkat di dalam sirkulasi darah, terutama ≥ 100 mg/dL, bisa memicu penimbunan pada dinding vaskular sehingga membentuk plak serta menyebabkan penyempitan bahkan penyumbatan pembuluh darah (Dewi Simanullang dkk., 2024) (Maajid dkk., 2023).

2. Struktur dan Fungsi LDL

a. Struktur LDL

LDL, atau *Low-Density Lipoprotein*, adalah partikel kompleks yang berfungsi mengangkut lipid (lemak) dalam darah. Strukturnya mirip bola mikroskopis, yang terdiri dari :

- 1) Inti Hidrofobik : Bagian dalam partikel yang tidak larut dalam air. Inti ini sebagian besar terdiri dari kolesterol ester dan sedikit trigliserida.
- 2) Lapisan Permukaan Hidrofilik : Bagian luar yang larut dalam air, memungkinkan LDL bergerak dalam aliran darah. Lapisan ini tersusun dari fosfolipid, kolesterol bebas, dan satu molekul protein besar yang disebut apolipoprotein B-100 (Apo B-100). Protein Apo B-100 ini sangat penting karena berfungsi sebagai "kunci" yang dikenali oleh reseptor LDL pada permukaan sel.

b. Fungsi LDL

Fungsi utama LDL ialah membawa kolesterol dari hati ke sel- sel di seluruh tubuh. Kolesterol ini sangat penting untuk berbagai fungsi biologis, seperti :

- 1) Pembangunan Membran Sel : Kolesterol adalah komponen vital dari membran sel, yang memberikan struktur dan fleksibilitas.
- 2) Sintesis Hormon Steroid : Selama diangkut ke kelenjar adrenal dan gonad, kolesterol digunakan untuk memproduksi hormon-hormon seperti kortisol, testosteron, dan estrogen.
- 3) Produksi Asam Empedu : Kolesterol diperlukan di hati untuk menghasilkan asam empedu, yang membantu pencernaan lemak.

LDL sering disebut sebagai "*low density lipoprotein*" karena ketika kadarnya terlalu tinggi dalam darah, partikel LDL dapat teroksidasi dan menumpuk di dinding arteri. Tumpukan ini menciptakan plak aterosklerosis, yang bisa mempersempit serta mengerasnya pembuluh darah. Keadaan tersebut memberikan peningkatan pada risiko penyakit kardiovaskular, selayaknya serangan jantung serta stroke, terutama pada pasien dengan kondisi seperti diabetes melitus tipe 2.

3. Metabolisme LDL

Metabolisme LDL merupakan bagian dari jalur metabolisme endogen lipoprotein yang dimulai dari hati. Berikut adalah tahapan utama dalam metabolisme LDL :

- a. Pembentukan *Very Low-Density Lipoprotein* (VLDL) :

- 1) Proses ini dimulai di hati, di mana hati mensintesis dan melepaskan partikel VLDL ke dalam aliran darah.
 - 2) VLDL berfungsi untuk mengangkut trigliserida (lemak) yang diproduksi oleh hati ke sel-sel tubuh, selayaknya otot beserta jaringan adiposa, untuk dimanfaatkan menjadi energi atau disimpan.
- b. Transformasi VLDL menjadi IDL dan kemudian LDL :
- 1) Saat VLDL bersirkulasi, enzim lipoprotein lipase (LPL) di permukaan sel-sel kapiler memecah trigliserida yang dibawa oleh VLDL.
 - 2) Karena kehilangan trigliserida, partikel VLDL menjadi lebih kecil dan padat, mengubahnya menjadi Intermediate-Density Lipoprotein (IDL).
 - 3) Sekitar setengah dari IDL kemudian diambil oleh hati. Setengah lainnya terus bersirkulasi dan diubah menjadi LDL melalui enzim hepatic lipase.
 - 4) Hasil akhirnya adalah partikel LDL yang kaya akan kolesterol dan hanya mengandung sedikit trigliserida.
- c. Pengambilan LDL oleh Sel (Clearance) :
- 1) Fungsi utama LDL ialah mengantarkan kolesterol ke sel-sel di semua tubuh yang memerlukan kolesterol guna membangun membran sel atau mensintesis hormon steroid.
 - 2) Pengambilan ini dimediasi oleh reseptor LDL yang terdapat di permukaan sel, terutama sel hati.
 - 3) Reseptor LDL mengikat partikel LDL dan membawanya ke dalam sel melalui proses yang disebut endositosis.
 - 4) Di dalam sel, LDL dipecah, dan kolesterolnya dilepaskan untuk digunakan. Reseptor LDL kemudian didaur ulang kembali ke permukaan

sel.

d. Dampak Kadar LDL Berlebihan :

- 1) Ketika kadar LDL terlalu tinggi, sel-sel tidak dapat mengambil semua partikel LDL yang bersirkulasi. Akibatnya, LDL tetap berada di aliran darah lebih lama.
- 2) LDL yang berlebihan dan teroksidasi ini dapat ditangkap oleh sel makrofag di dinding pembuluh darah.
- 3) Makrofag yang mengabsorpsi LDL teroksidasi akan mengalami transformasi menjadi sel busa (foam cells) yang berperan sebagai komponen dominan dalam pembentukan plak aterosklerotik. Akumulasi plak tersebut dapat memicu penyempitan lumen pembuluh darah sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit jantung koroner.

4. Peran LDL dalam Aterosklerosis dan Penyakit Kardiovaskular

Low-Density Lipoprotein (LDL) memainkan peran sentral dan merusak dalam perkembangan aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular, terutama pada pasien seperti mereka yang menderita diabetes melitus tipe 2. Meskipun fungsi normal LDL adalah mengangkut kolesterol untuk sel, kadar yang berlebihan dan kondisi hiperglikemia kronis (gula darah tinggi) dapat mengubah perannya menjadi pemicu utama kerusakan pembuluh darah.

a. Tahapan Aterosklerosis

Aterosklerosis ialah keadaan ketika plak lemak terjadi penumpukan di dalam dinding arteri. Proses ini melibatkan beberapa langkah kunci, di mana LDL menjadi tokoh utamanya yaitu :

- 1) Kerusakan Dinding Arteri (Endotel) : Faktor-faktor risiko selayaknya gula

darah tinggi (hiperglikemia), hipertensi, serta kolesterol tinggi dapat merusak lapisan terdalam pembuluh darah yang disebut endotelium. Kerusakan ini membuat dinding arteri lebih rentan.

- 2) Penetrasi dan Oksidasi LDL : LDL yang bersirkulasi dalam jumlah berlebihan dapat menyusup ke dalam dinding arteri yang rusak. Di sana, LDL teroksidasi, sebuah proses yang membuatnya menjadi sangat meradang dan toksik.
- 3) Respons Inflamasi dan Sel Busa (Foam Cells) : LDL yang teroksidasi memicu respons inflamasi. Sel imun bernama makrofag bergerak ke area tersebut untuk "membersihkan" LDL yang teroksidasi. Namun, ketika makrofag menelan terlalu banyak LDL teroksidasi, mereka berubah menjadi sel busa . Sel busa ini menumpuk dan membentuk inti dari plak lemak.
- 4) Pembentukan Plak dan Penyempitan Arteri : Sel busa dan partikel lemak lainnya terus menumpuk, membentuk plak aterosklerotik. Plak ini tidak hanya menyempitkan arteri, tetapi juga membuat dinding pembuluh darah menjadi kaku.

b. Kaitan dengan penyakit Kardiovaskular

Peran LDL dalam aterosklerosis secara langsung berhubungan dengan berbagai penyakit kardiovaskular yaitu :

- 1) Penyakit Jantung Koroner (PJK) : Ketika plak terbentuk di arteri koroner yang menyuplai darah ke jantung, aliran darah ke otot jantung dapat terhambat. Jika plak pecah, dapat terbentuk bekuan darah yang sepenuhnya memblokir arteri, menyebabkan serangan jantung.

- 2) Stroke : Plak yang pecah di arteri yang menuju ke otak bisa menjadi penyebab bekuan darah yang menghalangi aliran darah, memicu stroke iskemik.
- 3) Penyakit Arteri Perifer (PAP) : Aterosklerosis pada arteri di kaki dapat menyebabkan nyeri, kram, dan bahkan gangren akibat aliran darah yang buruk.

Pada pasien DM tipe 2, tingginya kadar LDL serta paparan gula darah tinggi mempercepat dan memperburuk proses aterosklerosis, membuat mereka mempunyai risiko yang jauh lebih tinggi guna menderita komplikasi kardiovaskular. Maka dari itu, pengelolaan kadar LDL menjadi salah satu target utama dalam pengobatan diabetes.

5. Target Kadar LDL pada Pasien DM Tipe 2

Pada pasien DM tipe 2, pengelolaan kadar *Low-Density Lipoprotein* (LDL) menjadi sangat krusial karena mereka memiliki risiko tinggi untuk mengalami penyakit kardiovaskular. Gula darah tinggi (hiperglikemia) yang kronis dapat merusak pembuluh darah dan mempercepat proses aterosklerosis, di mana LDL berperan sebagai pemicu utamanya. Oleh karena itu, target kadar LDL pada pasien DM tipe 2 lebih ketat dibandingkan dengan populasi umum.

Secara umum, target kadar LDL ditentukan berdasarkan tingkat risiko kardiovaskular pasien. Pada pasien DM tipe 2, mereka secara otomatis dianggap memiliki risiko tinggi atau sangat tinggi.

- a. Pasien dengan risiko sangat tinggi

Pasien DM tipe 2 termasuk dalam kategori ini jika mereka :

- 1) Mempunyai penyakit bawaan kardiovaskular (seperti serangan jantung, stroke, atau PJK).
- 2) Atau memiliki setidaknya 1-2 faktor risiko tambahan, seperti hipertensi, merokok, atau kadar albuminuria (kerusakan ginjal).

Target Kadar LDL : kurang dari 70 mg/dL. Beberapa pedoman terkini bahkan merekomendasikan target yang lebih rendah, yaitu kurang dari 55 mg/dL, terutama bagi pasien yang mempunyai riwayat penyakit kardiovaskular berulang.

b. Pasien dengan risiko tinggi

Pasien DM tipe 2 yang tidak mempunyai riwayat penyakit kardiovaskular, tetapi mempunyai faktor risiko lainnya. Target Kadar LDL: kurang dari 100 mg/dL.

Pemeriksaan kadar LDL pada umumnya dilaksanakan melalui dua metode, yakni dengan langsung (direct measurement) serta dengan tidak langsung (indirect measurement) menggunakan rumus Friedewald.

c. Metode Langsung (Direct Measurement) :

Metode ini mengukur kadar LDL secara langsung tanpa perlu menghitung komponen lain. Teknik yang sering digunakan adalah metode imunoseparation atau homogenus enzimatis. Metode ini lebih akurat, terutama pada pasien yang mempunyai tingginya kadar trigliserida, di mana rumus Friedewald menjadi tidak valid.

d. Metode Tidak Langsung (Rumus Friedewald) :

Ini ialah metode yang paling kerap dimanfaatkan sebab lebih

ekonomis.

1) Kadar LDL dihitung menggunakan rumus berikut : $LDL = \text{Kolesterol Total} - HDL - VLDL$

2) Kadar VLDL (*Very Low-Density Lipoprotein*) biasanya diperkirakan dari kadar trigliserida dengan rumus : $VLDL = \text{Trigliserida}/5$

Oleh karena itu, rumus lengkapnya adalah : $LDL = \text{Kolesterol Total} - HDL - (\text{Trigliserida}/5)$

D. Hubungan HbA1c dan LDL pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2

Keterkaitan di antara kadar Hemoglobin Glikosilasi (HbA1c) dan *Low-Density Lipoprotein* (LDL) pada penderita DM tipe 2 ialah sebuah keterkaitan krusial yang menyoroti dampak kontrol gula darah terhadap risiko penyakit kardiovaskular. Meskipun keduanya merupakan penanda yang berbeda, keduanya sangat terkait satu sama lain melalui mekanisme patofisiologi diabetes.

A. Mekanisme keterkaitan

1) Glikasi Protein : Hiperglikemia kronis (gula darah tinggi) yang ditunjukkan oleh nilai HbA1c yang tinggi menyebabkan molekul glukosa menempel secara non-enzimatis pada protein dalam tubuh, termasuk protein yang ada pada partikel LDL, khususnya apolipoprotein B-100 (Apo B-100). Proses ini disebut glikasi.

2) Perubahan Struktur dan Fungsi LDL : Ketika partikel LDL terglykasi, strukturnya berubah. LDL yang terglykasi menjadi lebih kecil, lebih padat, dan lebih mudah teroksidasi. LDL teroksidasi inilah yang sangat berbahaya karena :

- a) Lebih sulit dikenali dan dibersihkan oleh reseptor LDL di hati. Akibatnya, LDL tetap berada di aliran darah lebih lama.
 - b) Lebih mudah menembus dinding pembuluh darah dan memicu respons peradangan.
- 3) Dislipidemia Diabetik : Hiperglikemia kronis sering kali disertai dengan dislipidemia diabetik, yaitu suatu pola kelainan lemak darah yang ditandai dengan :
 - a) Peningkatan kadar trigliserida.
 - b) Turunnya kadar HDL.
 - c) Naiknya kadar LDL. Kondisi ini disebabkan oleh resistensi insulin yang mengganggu metabolisme lemak di hati serta jaringan adiposa, yang nantinya menaikkan produksi serta menekan pembersihan LDL.
- b. Dampak klinis dan korelasi

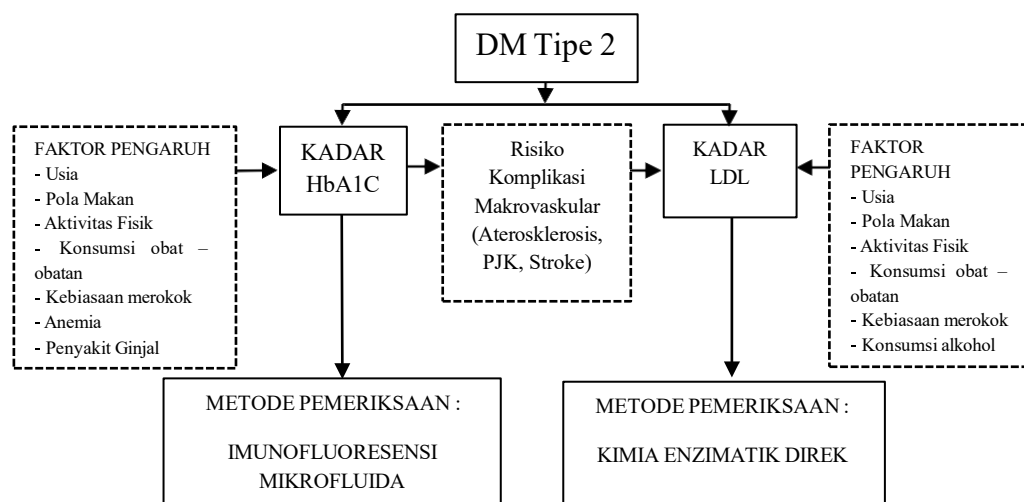
Pada penderita diabetes tipe 2, Skor HbA1c serta LDL sering kali berkorelasi secara positif. Mengartikan bahwasanya, tingginya kadar HbA1c (indikasi kontrol gula darah yang buruk), akan selaras dengan tingginya pula kadar LDL. Hubungan tersebut memperlihatkan bahwasanya kontrol glikemik yang tidak memadai tidak hanya meningkatkan kadar gula darah, tetapi juga memperburuk profil lipid, sehingga meningkatkan risiko aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular secara signifikan. Oleh karena itu, dalam tatalaksana pasien DM tipe 2, dokter bukan sekadar berfokus pada penurunan kadar HbA1c, melainkan juga pada pengelolaan kadar LDL. Pengendalian yang baik terhadap kedua indikator ini amat krusial guna mencegah komplikasi dengan serius selayaknya serangan jantung serta stroke.

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Kerangka Konsep

Mengacu pada Notoatmodjo (2018), kerangka konsep studi ialah suatu struktur yang memperlihatkan korelasi di antara sejumlah konsep yang akan dilaksanakan observasi serta pengukuran pada studi. Dalam studi ini, kerangka konsep dirancang untuk menganalisis hubungan antara kadar *Hemoglobin A1c* (*HbA1c*) sebagai variabel bebas dengan kadar *LDL* sebagai variabel terikat pada pasien *DM* Tipe 2. Selain kedua variabel utama tersebut, terdapat variabel pengganggu atau *confounding* yang dapat memengaruhi hubungan antara *HbA1c* dan *LDL*, meliputi faktor gaya hidup selayaknya pola makan dengan tinggi gula serta lemak jenuh, rendahnya kegiatan fisik, sekaligus kebiasaan merokok; kondisi medis seperti obesitas, hipertensi, dan penyakit ginjal kronis; pengobatan berupa penggunaan obat diabetes (*antihyperglycemic*) atau obat penurun kolesterol (*statin*); serta faktor genetik dan demografis seperti usia, jenis kelamin, beserta riwayat keluarga *DM* atau penyakit jantung (Ishak et al., 2021). Berikut, bentuk kerangka konsep pada studi ini:



Deskripsi :

_____ : Diteliti
----- : Tidak diteliti

Gambar 3. Kerangka konsep korelasi kadar HbA1C dengan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2

Dalam kerangka konsep ini, peningkatan kadar HbA1c dapat memengaruhi metabolisme lipid melalui resistensi insulin sehingga meningkatkan kadar LDL, yang pada gilirannya menaikkan risiko komplikasi vaskular selanjutnya aterosklerosis, penyakit jantung koroner, dan stroke. Guna melaksanakan penilaian akan korelasi tersebut, dilaksanakan pemeriksaan kadar HbA1c dan LDL pada pasien DM Tipe 2, kemudian dilaksanakan analisis yang memanfaatkan pengujian korelasi guna menyelidiki kekuatan serta arah korelasi dari kedua variabel. Perolehan atas analisis ini menjadi dasar untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh kontrol glikemik terhadap profil lipid serta memberikan rekomendasi *clinical* dalam pencegahan komplikasi kardiovaskular pada pasien DM Tipe 2.

B. Variabel dan Definisi Operasional Variabel

1. Variabel Penelitian

Mengacu pada Notoatmodjo (2018) variabel ialah ukuran yang mendiferensiasikan di antara anggota kelompok yang tidak sama dengan kelompok lainnya. Pengertian lain mengungkapkan bahwasanya variabel ialah perihal yang dimanfaatkan menjadi ciri, sifat, atau ukuran yang dimiliki oleh studi terkait konsep khusus.

Mengacu pada korelasi fungsionalnya atau peranannya, variabel didiferensiasikan menjadi (Notoatmodjo, 2018) :

a. Variabel bebas (*independent*)

Kadar *Hemoglobin A1c* (HbA1c): Variabel ini memvisualisasikan rerata kadar glukosa darah pasien dengan periode 2–3 bulan terakhir serta berperan sebagai indikator utama kontrol glikemik pada pasien *Diabetes Mellitus* Tipe 2. HbA1c diukur melalui pemeriksaan darah vena menggunakan metode *immunofluorescence microfluidic* dengan alat LumiraDx.

b. Variabel terikat (*dependent*)

Kadar LDL: LDL ialah kolesterol “jahat” yang berperan sebagai faktor risiko utama aterosklerosis dan penyakit kardiovaskular. Kadar LDL diukur menggunakan serum darah vena pasien setelah puasa 10–12 jam, dengan metode kimia enzimatis langsung menggunakan alat Abbott Architect C4000.

c. Variabel pengganggu (*confounding*)

Variabel pengganggu ialah variabel yang mendistraksi akan keterkaitan di antara variabel bebas (*independent*) dengan variabel terikat (*dependent*) (Notoatmodjo, 2018). Variabel pengganggu pada studi ini ialah :

1) Gaya hidup dan kebiasaan

- a) Pola Makan : Asupan tinggi gula beserta lemak jenuh.
- b) Aktivitas Fisik : Tingkat aktivitas yang rendah atau kurangnya olahraga.
- c) Merokok : Kebiasaan merokok.

2) Kondisi medis

- a) Obesitas : Kelebihan berat badan, terutama lemak perut, yang berkontribusi pada resistensi insulin dan dislipidemia.
- b) Penyakit Ginjal Kronis : Penyakit ini seringkali berhubungan dengan gangguan metabolisme glukosa dan lipid.
- c) Hipertensi (Tekanan Darah Tinggi) : Merupakan bagian dari sindrom metabolik yang sering terjadi bersama diabetes dan dislipidemia.

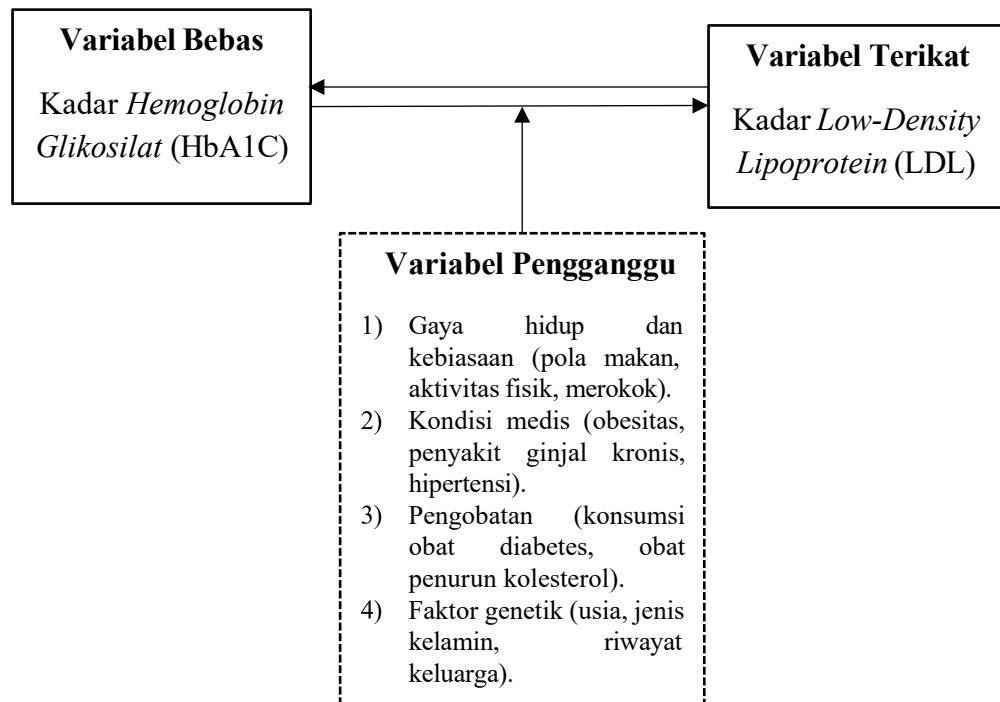
3) Pengobatan

- a) Obat Diabetes : Penggunaan obat-obatan seperti insulin atau metformin.
- b) Obat Penurun Kolesterol (Statin) : Penggunaan obat statin untuk mengendalikan kadar kolesterol.

4) Faktor genetik

- a) Usia : Risiko diabetes dan dislipidemia meningkat seiring bertambahnya usia.
- b) Jenis Kelamin : Perbedaan hormonal dapat memengaruhi metabolisme.
- c) Riwayat Keluarga : Adanya riwayat keluarga dengan diabetes atau penyakit jantung (Ishak et al., 2021)

C. Hubungan antar Variabel



Deskripsi :



: Yang diteliti



: Yang tidak diteliti



: Mempengaruhi

Gambar 4. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antarvariabel dalam penelitian ini berfokus pada pengaruh kadar *Hemoglobin Glikosilat (HbA1c)* terhadap kadar *LDL* pada pasien DM Tipe 2. Kadar HbA1c mencerminkan kontrol glikemik jangka panjang, sementara LDL merupakan indikator risiko utama komplikasi kardiovaskular, seperti penyakit jantung koroner dan aterosklerosis (Driyah et al., 2019; Hafid & Suharmanto, 2021).

Secara biologis, peningkatan HbA1c memperlihatkan resistensi insulin yang dapat meningkatkan aktivitas hormon lipase sensitif insulin, sehingga mendorong lepasnya asam lemak bebas ke dalam aliran darah. Asam lemak bebas yang berlebih dibawa ke hati guna metabolisme lipid serta ditransformasikan hingga berbentuk trigliserida, yang kemudian menjadi unsur atas VLDL. Proses ini memicu pertukaran trigliserida dengan ester kolesterol dari LDL, sehingga terbentuk LDL kecil dan padat yang lebih aterogenik (Hafid & Suharmanto, 2021).

Penelitian sebelumnya juga mendukung hubungan ini. Maajid et al. (2023) melaporkan korelasi positif antara kadar HbA1c dan LDL pada pasien DM Tipe 2 di Puskesmas Simpur Bandar Lampung, yang berarti tingginya HbA1c, akan selaras dengan tingginya kadar LDL. Driyah et al. (2019) memperlihatkan bahwasanya buruknya kontrol glikemik berkaitan dengan kenaikan LDL beserta jenis LDL kecil padat (*small-dense LDL*), yang meningkatkan risiko komplikasi jantung koroner. Erdaliza et al. (2024) menambahkan bahwasanya faktor gaya hidup, obesitas, dan hipertensi juga memengaruhi kadar LDL pada pasien DM Tipe 2, sehingga menjadi variabel *confounding* yang penting dalam analisis hubungan HbA1c-LDL.

Selain itu, Dewi Simanullang et al. (2024) menekankan pentingnya identifikasi dini komplikasi pada pasien DM, termasuk gangguan neuropati, yang juga dapat berkorelasi dengan profil lipid. Dinas Kesehatan Kabupaten Badung (2022) melaporkan prevalensi DM Tipe 2 yang tinggi dan tingginya angka pasien dengan komplikasi, yang memperlihatkan perlunya pemantauan kadar HbA1c dan LDL sebagai bagian dari strategi pencegahan komplikasi.

Dengan mempertimbangkan bukti-bukti tersebut, penelitian ini menekankan pentingnya pengukuran HbA1c sebagai variabel bebas yang memengaruhi kadar

LDL, di mana hubungan antarvariabel ini dianalisis untuk memahami risiko komplikasi vaskular pada pasien DM Tipe 2. Hubungan ini bukan sekadar bersifat klinis tetapi juga didukung oleh data epidemiologis dan mekanisme fisiologis yang relevan, sehingga perolehan studi ini bisa dimanfaatkan menjadi landasan penentuan keputusan *clinical* serta edukasi pasien.

D. Definisi Operasional Variabel

Tabel 4. Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengukuran Skala	Data
Pasien DM Tipe 2	Pasien yang telah terdiagnosis <i>Diabetes Mellitus</i> Tipe 2 sesuai kriteria dokter dan rekam medis.	Wawancara dan pemeriksaan rekam medis untuk memastikan diagnosis DM Tipe 2.	Nominal
Kadar HbA1c	Persentase hemoglobin terglikosilasi dalam darah yang mencerminkan rata-rata kadar glukosa selama 2–3 bulan terakhir pada pasien DM Tipe 2.	Pemeriksaan darah vena dengan metode <i>immunofluorescence microfluidic</i> menggunakan alat LumiraDx, setelah persiapan pasien sesuai protokol laboratorium.	Rasio
Kadar LDL	Konsentrasi <i>Low-Density Lipoprotein</i> dalam serum darah, yang mencerminkan kolesterol “jahat” dan menjadi faktor risiko utama penyakit kardiovaskular pada pasien DM Tipe 2.	Pemeriksaan serum darah vena setelah puasa 10–12 jam, menggunakan metode kimia enzimatis langsung dengan alat Abbott Architect C4000.	Rasio

E. Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada studi ini ialah terdapat korelasi antara kadar HbA1C dengan kadar LDL pada pasien DM tipe 2.

BAB IV

METODE PENELITIAN

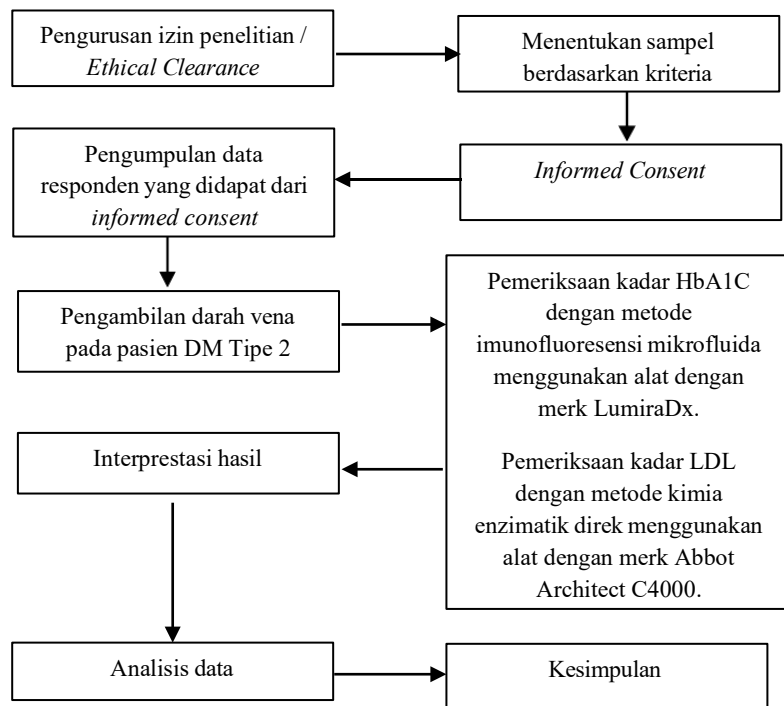
A. Jenis Penelitian

Studi ini memanfaatkan pendekatan *kuantitatif*, yakni metode studi yang menitikberatkan pada mengumpulkan serta menganalisis data numerik guna melaksanakan pengujian *hipotesis*. Pendekatan *kuantitatif* memungkinkan peneliti memperoleh informasi yang objektif mengenai hubungan antara *variabel* yang telah ditentukan, serta memfasilitasi pengukuran yang sistematis dan replikasi penelitian. Fokus utama penelitian ini adalah mengidentifikasi korelasi antara kadar *Hemoglobin A1c (HbA1c)* beserta kadar *LDL* pada pasien *DM Tipe 2*.

B. Desain Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan desain korelasional melalui metode *cross-sectional*. Desain *korelasional* dipilih karena memungkinkan peneliti guna menyelidiki korelasi atau asosiasi antara dua *variabel* kuantitatif, yakni *HbA1c* sebagai *independent variable* serta *LDL* sebagai *dependent variable*. Sedangkan metode *cross-sectional* digunakan untuk mengumpulkan data pada satu titik waktu dari pasien yang memenuhi kriteria *inclusion*. Desain ini cocok untuk penelitian yang ingin mengevaluasi hubungan *variabel* dalam populasi pasien *DM Tipe 2* tanpa melakukan intervensi *eksperimental*.

C. Alur Penelitian



Gambar 5. Alur Penelitian

D. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Sampel pada studi ini diambil di Laboratorium dan memiliki fasilitas pemeriksaan laboratorium lengkap yang memungkinkan pengukuran kadar HbA1c dan LDL secara akurat menggunakan alat LumiraDx untuk HbA1c dan Abbott Architect C4000 untuk LDL.

2. Waktu penelitian

Pelaksanaan studi dilaksanakan dengan kurun waktu tiga bulan, mulai sejak September sampai November 2025, mencakup proses pengambilan sampel, pemeriksaan laboratorium, pengolahan data, dan analisis hasil.

E. Populasi dan Sampel

1. Populasi Penelitian

Mengacu pada Sugiyono (2020), definisi populasi pada studi ini ialah “sekelompok obyek, subjek atau unit analisis yang memiliki karakteristik tertentu yang menjadi fokus penelitian” (Sugiyono, 2020).

H.T. Lau dan Peter C.B. Phillips (2018), pada studi kuantitatif, populasi mengacu pada semua unit observasi yang mencukupi karakteristik atau kriteria khusus yang akan dilaksanakan studi. Populasi dari studi ini merupakan semua pasien DM Tipe 2 yang sejumlah 100 pasien.

2. Sampel Penelitian

Sampel ialah komponen atas jumlah serta kriteria yang dipunyai oleh populasi terkait (Sugiyono, 2020).

a. Unit analisis dan responden

Unit analisis pada studi ini ialah korelasi antara kadar HbA1c dan kadar LDL. Responden pada studi ini diambil dari seluruh pasien DM Tipe 2 yang memenuhi kriteria inklusi.

Mengacu pada Notoatmodjo (2018) karakteristik inklusi merupakan karakteristik setiap populasi yang harus dipenuhi agar bisa dijadikan sampel (Ishak et al., 2021). Adapun karakteristik inklusi pada studi ini ialah :

- 1) Pasien yang terdiagnosis DM Tipe 2.
- 2) Setuju berperan sebagai responden dengan mendatangi *informed consent*.
- 3) Pasien yang tidak mengkonsumsi obat kolesterol.
- 4) Pasien yang telah menjalani puasa selama 10-12 jam sebelum melakukan

pemeriksaan.

Berikut karakteristik eksklusi pada studi ini:

- 1) Pasien yang mengundurkan diri saat studi.
- 2) Pasien yang memiliki riwayat penyakit gagal ginjal kronik berat (karena dapat mempengaruhi hasil kadar HbA1c dan metabolisme Lipid).(Ishak et al., 2021).

b. Besar sampel

Jumlah populasi pasien DM Tipe 2 pada studi ini ditarik dari data rekam medis di rumah sakit dan didapatkan populasi sejumlah 100 pasien. Besar sampel pada studi ini dilaksanakan dengan memanfaatkan rumus Slovin yakni :

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

Deskripsi :

n = total sampel yang akan diambil

N = jumlah total populasi

e = taraf kesalahan (margin of error)

$$n = \frac{100}{1 + 100(0.1)^2}$$

$$n = \frac{100}{1 + 1} = 50$$

Besar sampel yang akan diambil pada studi ini yaitu 50 orang pasien terdiagnosis DM Tipe 2 yang melaksanakan pemeriksaan kadar HbA1C serta kadar LDL.

c. Teknik penentuan sampel

Metode pengambilan sampel yang diterapkan dalam penelitian ini

menggunakan teknik *nonprobability* sampling melalui pendekatan *purposive sampling*. *Nonprobability* sampling merupakan metode pemilihan sampel yang tidak memberikan kesempatan yang setara bagi setiap anggota populasi untuk terpilih sebagai sampel penelitian (Sugiyono, 2020). Sementara itu, *purposive sampling* ialah teknik penentuan sampel mengacu pada pertimbangan atau karakteristik tertentu yang disesuaikan dengan kriteria penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya (Sugiyono, 2020)..

F. Jenis dan Teknik Mengumpulkan Data

1. Jenis Data

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan langsung oleh peneliti dari sumber utama penelitian (Sugiyono, 2020). Pada studi ini, data primer berasal dari hasil pemeriksaan kadar HbA1c serta kadar LDL pada pasien DM tipe 2.

b. Data sekunder

Data sekunder ialah data yang didapatkan dengan tidak langsung oleh peneliti melalui sumber pendukung penelitian (Sugiyono, 2020). Pada studi ini, data sekunder didapatkan dari berbagai sumber dokumentasi dan literatur, seperti buku, e-book, jurnal studi, serta rekam medis pasien yang berhubungan dengan studi.

G. Teknik Pengumpulan Data

1. Mengisi *informed consent*

Pada penelitian ini, pengisian *informed consent* dilaksanakan dengan langsung selaras dengan protokol kesehatan yakni menggunakan masker medis, *handscoon*, untuk peneliti serta pasien memakai masker medis. Perihal tersebut dilaksanakan guna mendapatkan data serta persetujuan pasien untuk berperan sebagai responden, memberi penjabaran terkait, serta manfaat dari studi.

2. Identifikasi sampel

Pada studi ini dilaksanakan identifikasi sampel sebelum melakukan pemeriksaan dengan cara mengcrosscheck ulang antara barcode nama pasien dengan form permintaan pengecekan laboratorium.

3. Pemeriksaan laboratorium

Pemeriksaan kadar HbA1c pada studi ini dilaksanakan lewat memanfaatkan instrumen pengujian imunofluoresensi mikrofluida cepat merek *LumiraDx* dengan menambahkan sampel darah vena atau darah kapiler pada reagen yang dimanfaatkan. Dan guna pemeriksaan kadar LDL pada studi ini dilaksanakan dengan memanfaatkan alat kimia dengan merek *Architect C 4000* memanfaatkan sampel serum pasien yang di pipet dan dimasukkan ke dalam sampel cup.

H. Instrumen Pengumpulan Data

1. Instrumen pengumpulan data

- a. Alat tulis guna mencatatkan data pasien.
- b. *Informed consent* menjadi bukti persetujuan pasien berperan sebagai

responden pada studi.

- c. Kamera sebagai alat dokumentasi.
2. Instrumen pemeriksaan kadar HbA1c dengan alat merek *LumiraDx* memiliki spesifikasi : metode analisis tes mikrofluida imunofluoresensi, membutuhkan volume sampel darah sebanyak 15µL didapatkan dari darah kapiler atau darah vena EDTA.
- a. *Handscoon*
 - b. Tourniquet
 - c. *Syringe 3cc*
 - d. Tabung EDTA
 - e. *Alkohol swab 70%*
 - f. Plesterin
 - g. Sampel darah vena
3. Instrumen pemeriksaan kadar LDL dengan alat merek *Architect C 4000* memiliki spesifikasi : memanfaatkan metode fotometri, membutuhkan volume sampel serum dari darah vena sebanyak 200µL.
- a. *Handscoon*
 - b. Tourniquet
 - c. *Syringe 3cc*
 - d. Tabung Plain\
 - e. *Alkohol swab 70%*
 - f. Plesterin
 - g. Sampel darah vena

I. Prosedur Kerja Pemeriksaan Laboratorium

1. Pra analitik

a. Mempersiapkan pasien

Pasien datang ke laboratorium memakai masker serta membawa form pemeriksaan laboratorium dengan identitas yang sesuai.

b. Persiapan peneliti

Peneliti menggunakan masker, *handscoon* dan jas lab.

c. Persiapan alat pemeriksaan *LumiraDx*

- 1) Menyalakan alat dengan memencet tombol power di belakang alat.
- 2) Akan terdengar bunyi alat menyala dan layar akan menampilkan hitam kosong selama beberapa detik sebelum akhirnya layar menyala sepenuhnya.
- 3) Setelah itu masukkan *username* dan *password* untuk login ke alat.
- 4) Control alat dilakukan setiap membuka reagen baru. Pastikan alat sudah terkontrol.

d. Persiapan alat pemeriksaan *Architect C 4000*

- 1) Pastikan alat sudah menyala dan dalam status *ready*.
- 2) Masukkan reagen R1 dan R2 LDL ke dalam alat.
- 3) Lalu lakukan control harian dengan mengorder control pada alat dan menginput rak carier yang akan digunakan serta reagen control level 1 – 3.
- 4) Ubah status alat menjadi *running*, lalu masukkan rak carier yang berisi control level 1 – 3 dan alat akan mulai memproses control harian.

e. Mempersiapkan alat serta bahan sampling darah vena

- 1) Mempersiapkan *syringe* 3cc, tourniquet, tabung EDTA dan tabung Plain.
- 2) Mempersiapkan *alkohol swab* 70% serta plesterin.

f. Pengambilan darah vena

- 1) Pasien diminta duduk atau terbaring dengan posisi nyaman, dan lengan akan disangga menggunakan bantal.
- 2) Peneliti akan menentukan Lokasi pembuluh darah vena yang akan ditusuk pada area lipatan siku bagian dalam.
- 3) Tourniquet akan dipasang pada lengan pasien untuk membuat vena lebih terlihat atau teraba dan pasien diminta untuk mengepalkan tangan agar dapat membantu memperjelas pembuluh darah vena.
- 4) Area yang akan ditusuk didesinfeksi memanfaatkan alkohol swab 70% serta dibiarkan sampai kering.
- 5) Syringe 3cc ditusukkan pada area yang telah ditentukan dengan sudut yang tepat dan bevel jarum menghadap ke atas.
- 6) Setelah jarum masuk ke dalam pembuluh darah vena, darah akan masuk ke dalam indikator syringe dan ditarik pelan hingga batas 3cc.
- 7) Tourniquet dilepas sebelum jarum ditarik keluar dan kepalan tangan pasien dibuka.
- 8) Setelah syringe terisi darah sesuai batas, jarum ditarik keluar dengan cepat dan lembut.
- 9) Area tusukan ditekan menggunakan kapas steril untuk menghentikan pendarahan, lalu tutup bekas area tusukan dengan plesterin.
- 10) Masukkan darah vena ke dalam tabung EDTA atau tabung Plain. Dan pada tabung EDTA dihomogenkan.

2. Analitik

a. Alat *LumiraDx*

- 1) Pipet sampel darah pada tabung EDTA sebanyak 15 μ L, lalu masukkan ke dalam reagen.
- 2) Masukkan *loop transfer* ke dalam tabung reagen dan putar setidaknya 10 kali untuk melisiskan darah, lalu patahkan batang loop transfer pada titik patah dengan menekannya ke bagian dalam tabung.
- 3) Letakkan tutup penetes pada tabung reagen. Stabilitas sampel pada suhu ruangan dalam reagen hingga 5 jam.
- 4) Masukkan identitas pasien ke dalam alat, dan masukkan strip test.
Alat akan memperlihatkan *warming strip test* selama beberapa menit.
- 5) Setelah itu alat akan meminta meneteskan 1 tetes sampel yang sudah dilisiskan ke dalam strip test dan segera menutup pintu alat.
- 6) Lalu alat akan menguji sampel selama 5 menit dan hasil akan muncul pada layar.
- 7) Catat hasil pemeriksaan pada form pemeriksaan laboratorium pasien.

b. Alat Architect C 4000

- 1) Masukkan sampel darah beku yang sudah diberikan identitas ke dalam centrifuge. Centrifuge sampel dengan kecepatan 3000rpm selama 10 menit.
- 2) Keluarkan sampel dari centrifuge, ambil sampel cup berikan barcode identitas pasien lalu ambil serum dari sampel sebanyak 200 μ L menggunakan mikropipet dan *yellow tip*.
- 3) Check in sampel pada menu List Sampel di LIS. Print barcode sesuai jenis dan pemeriksaan.
- 4) Tempel barcode pada sampel cup. Sampel cup yang sudah berisi sampel

dan label barcode LIS di letakkan dalam rak carrier, lalu masukkan rak carrier ke dalam alat.

5) Untuk hasil akan otomatis ditampilkan pada LIS.

c. Post analitik

Setelah proses pengambilan sampel dan pemeriksaan laboratorium selesai, tahap pasca-analitik dilakukan untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil pemeriksaan HbA1c dan LDL, serta pengolahan data secara sistematis. Tahap pasca-analitik meliputi:

1) Verifikasi Teknis

- a) Petugas laboratorium yang kompeten meninjau hasil pemeriksaan secara menyeluruh.
- b) Memeriksa data mentah, kurva kalibrasi, dan hasil *quality control* (QC) untuk memastikan tidak ada kesalahan teknis selama pengujian.
- c) Jika ditemukan ketidaksesuaian, sampel dapat diuji ulang atau dilakukan pengambilan sampel baru.

2) Validasi Klinis

- a) Hasil pemeriksaan dibandingkan dengan rentang referensi normal untuk HbA1c dan LDL.
- b) Nilai yang berada di luar batas normal atau tergolong kritis dilaporkan segera kepada dokter agar dapat dilakukan tindakan medis bila diperlukan.
- c) Hasil dikorelasikan dengan riwayat klinis pasien, seperti pengobatan yang sedang dijalani, penyakit penyerta, atau faktor risiko metabolik.

3) Pengolahan Data

- a) Data hasil pemeriksaan laboratorium dicatat dan di-*input* ke dalam perangkat lunak komputer untuk analisis lebih lanjut.
 - b) Proses pengolahan mencakup *editing* dan *data entry* untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi.
 - c) Data yang telah tervalidasi lalu ditampilkan berbentuk tabel serta grafik, kemudian dianalisis memanfaatkan metode statistik yang sesuai, seperti uji *Kolgomorov-Smirnov* untuk normalitas dan uji *Pearson* atau *Spearman* untuk korelasi antara kadar HbA1c dan LDL.
- 4) Dokumentasi dan Pelaporan
- a) Semua hasil dicatat dalam *laboratory information system* (LIS) dengan kode pasien untuk menjaga *anonymity* dan *confidentiality*.
 - b) Hasil akhir disimpan sebagai referensi penelitian dan dapat digunakan untuk evaluasi klinis lebih lanjut atau pengambilan keputusan terapi.

J. Pengolahan dan Analisis Data

1. Teknik Pengolahan Data

Perolehan atas wawancara sekaligus perolehan atas pemeriksaan laboratorium kadar HbA1c serta kadar LDL yang diperoleh, nantinya diolah melalui komputer. Tahapan olah data dilaksanakan dengan sejumlah tahapan yakni (Notoatmodjo, 2018) :

a. *Editing*

Editing atau pemeriksaan data merupakan tahapan pengecekan serta perbaikan akan data yang sudah didapatkan. Pada studi ini, proses editing dilaksanakan pada setiap sampel hasil pemeriksaan guna memastikan kelengkapan serta

ketepatan data yang didapatkan.

b. Memasukkan data (*Data entry*) atau *processing*

Data yang sudah diperiksa lalu diinputkan ke dalam *software* komputer untuk proses pengolahan data. Pada penelitian ini, data yang dimasukkan berupa hasil pemeriksaan laboratorium kadar HbA1c serta kadar LDL melalui aplikasi *software* komputer.

c. Penyajian data

Penyajian data pada studi ini dilaksanakan terhadap hasil pemeriksaan laboratorium kadar HbA1c serta kadar LDL yang ditampilkan dalam bentuk tabel disertai uraian naratif guna mempermudah interpretasi data studi.

2. Analisis Data

Analisis data yang dimanfaatkan guna menyelidiki keterkaitan di antara kadar HbA1c dengan kadar LDL pada pasien DM tipe 2 ialah analisis bivariat. Analisis bivariat merupakan metode analisis yang diterapkan pada dua variabel yang diduga mempunyai hubungan atau korelasi satu sama lain (Notoatmodjo, 2018). Data yang dihasilkan pada studi ini berskala rasio sehingga tahap awal analisis dilaksanakan melalui pengujian normalitas memanfaatkan uji Kolmogorov-Smirnov. Pengujian Kolmogorov-Smirnov dimanfaatkan guna menetapkan apakah distribusi data bersifat normal atau tidak serta umum diterapkan pada studi dengan jumlah sampel besar, yakni lebih dari 50 sampel.

Apabila perolehan atas pengujian memperlihatkan data berdistribusi normal, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji korelasi Pearson. Uji korelasi Pearson merupakan metode statistik yang dipakai untuk mengukur kekuatan serta arah hubungan linear antara dua variabel kuantitatif. Dalam penelitian ini, uji tersebut

dimanfaatkan guna melaksanakan penilaian akan korelasi linear antara kadar HbA1c dan kadar LDL pada pasien DM tipe 2 serta mengetahui konsistensi perubahan antarvariabel. Namun, apabila data memperlihatkan distribusi tidak normal, maka analisis selanjutnya dilaksanakan memanfaatkan uji Rank Spearman.

K. Etika Penelitian

1. Menghormati individu (*Respect For Person*)

Prinsip menghormati individu mencakup penghargaan terhadap otonomi serta perlindungan terhadap subjek studi. Penghormatan terhadap otonomi (*respect for autonomy*) dilakukan dengan menghargai hak serta kebebasan subjek penelitian dalam menentukan pilihan secara mandiri. Sementara itu, perlindungan akan subjek studi (*protection of persons*) diwujudkan melalui upaya peneliti dalam menjaga partisipan agar terhindar dari risiko, bahaya, ketidaknyamanan, baik dengan fisik ataupun psikologis.

2. Kebermanfaatan (*Beneficience*)

Prinsip kemanfaatan menekankan kewajiban etik peneliti untuk mengoptimalkan manfaat serta meminimalkan kemungkinan kerugian yang dialami subjek studi. Setiap studi harapannya berkontribusi positif bagi masyarakat, disusun dengan rancangan studi dengan jelas, serta dilaksanakan oleh peneliti yang mempunyai kompetensi sesuai bidangnya.

3. Berkeadilan (*Justice*)

Prinsip keadilan mengutamakan keseimbangan antara manfaat dan beban yang diterima selama keterlibatan dalam penelitian. Semua partisipan harus memperoleh perlakuan yang setara sesuai latar belakang dan kondisi masing-

masing. Perbedaan perlakuan akan individu atau kelompok tertentu hanya bisa dilaksanakan jika mempunyai dasar moral yang dapat dipertanggungjawabkan serta bisa diterima secara sosial.

4. Tanpa nama (*Anonymity*)

Prinsip anonymity merupakan bentuk etika penelitian yang menjamin identitas responden tidak dicantumkan pada proses mengumpulkan ataupun penyajian data studi. Peneliti hanya menggunakan inisial atau kode tertentu untuk menjaga identitas subjek studi tetap anonim.

5. Kerahasiaan (*Confidentially*)

Prinsip confidentiality mengandung makna adanya jaminan dari peneliti dalam menjaga kerahasiaan seluruh data studi, baik berupa informasi pribadi maupun permasalahan lain yang berkaitan dengan subjek studi. Data yang sudah didapatkan sekadar dimanfaatkan guna kepentingan studi dan hanya bagian tertentu yang akan dilaporkan pada perolehan studi.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Kriteria Responden

Kriteria responden memberikan gambaran awal terkait hasil pemeriksaan laboratorium pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Informasi ini memberikan dasar awal untuk memahami pola distribusi hasil pengukuran HbA1c dan LDL pada kelompok pasien yang menjalani pemeriksaan laboratorium di fasilitas pelayanan kesehatan tersebut. Gambaran awal ini memiliki peran penting sebelum dilakukan analisis korelasi.

Data yang disajikan dalam bentuk tabel memperlihatkan proporsi kategori masing-masing parameter laboratorium. Distribusi ini membantu memperlihatkan status pengendalian glikemik melalui HbA1c serta status profil lipid melalui LDL pada pasien yang melaksanakan pemeriksaan di RS Murni Teguh Tuban Bali. Gambaran kategori ini digunakan sebagai dasar untuk memahami kondisi aktual responden.

Tabel 5. Frekuensi HB1AC

		Frekuensi HBA1C			Cumulative
		Frequency	Percent	Valid Percent	Percent
Valid	HIGH	48	96.0	96.0	96.0
	NORMAL	2	4.0	4.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Hasil tabel memperlihatkan bahwasanya mayoritas pasien tergolong dalam kategori HbA1c tinggi, yaitu sebanyak 48 responden (96%), sedangkan 2 responden (4%) berada pada kategori normal. Proporsi tersebut mengarah pada kondisi

hiperglikemia kronis yang dominan pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Mayoritas nilai HbA1c tinggi memperlihatkan kendali glukosa darah yang belum optimal. Hasil ini memberikan gambaran bahwasanya responden pada penelitian ini cenderung memiliki risiko tinggi terhadap komplikasi metabolik. Distribusi kategori HbA1c menjadi landasan penting untuk analisis berikutnya karena menggambarkan kecenderungan klinis yang kuat dalam populasi penelitian.

Tabel 6. Frekuensi LDL

Frekuensi LDL					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	HIGH	48	96.0	96.0	96.0
	NORMAL	2	4.0	4.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Distribusi nilai LDL memperlihatkan pola yang sama dengan HbA1c. Sebanyak 48 responden (96%) berada pada kategori LDL tinggi, sedangkan 2 responden (4%) memperlihatkan kategori normal. Kondisi tersebut menggambarkan tingginya risiko terhadap penyakit kardiovaskular pada pasien yang menjalani pemeriksaan. Nilai LDL yang dominan tinggi menjadi indikator profil lipid yang tidak menguntungkan. Proporsi LDL yang tinggi memperlihatkan bahwasanya kelompok pasien memiliki kecenderungan besar terhadap risiko aterosklerosis. Gambaran distribusi tersebut menjadi bagian penting dalam memahami kondisi responden sebelum dilakukan uji statistik untuk melihat keterkaitan di antara kadar HbA1c beserta LDL.

2. Distribusi Kadar HbA1c

Distribusi kadar HbA1c diperlukan untuk memahami gambaran status kendali glikemik pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Informasi distribusi membantu

memperlihatkan posisi nilai pemeriksaan dalam populasi sampel dan memberi dasar interpretasi terhadap kondisi metabolik yang dihadapi pasien. Nilai deskriptif berupa rata-rata, rentang nilai, serta simpangan baku dimanfaatkan guna menilai sebaran data.

Tabel berikut memperlihatkan hasil analisis deskriptif HbA1c pada 50 responden. Nilai minimum memberikan gambaran responden dengan tingkat glikemik terendah, sedangkan maksimum menggambarkan tingkat tertinggi. Rata-rata memperlihatkan kecenderungan umum kondisi glikemia kelompok pasien. Simpangan baku menggambarkan derajat variasi nilai antar responden.

Tabel 7. Kadar HBA1C

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
KADAR HBA1C (%)	50	5.40%	14.00%	8.1100%	1.87750%
Valid N (listwise)	50				

Perolehan atas analisis deskriptif memperlihatkan skor HbA1c minimal sejumlah 5.40% serta skor maksimal sejumlah 14.00%. Rerata kadar HbA1c adalah 8.1100% dengan simpangan baku 1.87750%. Rentang nilai yang luas memperlihatkan variasi status glikemia antar responden. Posisi nilai rata-rata lebih tinggi dari batas normal menggambarkan kondisi hiperglikemia yang cukup umum pada pasien DM Tipe 2 yang menjalani pemeriksaan laboratorium.

Distribusi ini mengarah pada gambaran bahwasanya kelompok pasien memperlihatkan kecenderungan kendali glukosa yang belum memadai. Rata-rata yang berada pada rentang tinggi memberi indikasi bahwasanya pemantauan dan intervensi lanjutan diperlukan pada pasien yang memiliki konsentrasi HbA1c di atas rentang target klinis. Temuan ini selaras dengan distribusi kategori HbA1c

yang telah disajikan sebelumnya.

3. Distribusi Kadar LDL

Distribusi kadar LDL menggambarkan profil lipid pasien Diabetes Melitus Tipe 2 yang menjalani pemeriksaan. Parameter ini berkaitan erat dengan risiko komplikasi kardiovaskular. Data deskriptif yang tersedia digunakan untuk memahami nilai terendah, tertinggi, kecenderungan rata-rata, serta variasi antar responden. Informasi ini menjadi bagian penting dalam menilai situasi laboratorium sebelum dilakukan analisis hubungan dengan parameter HbA1c.

Tabel berikut memuat hasil analisis deskriptif kadar LDL pada 50 responden. Data minimum memperlihatkan kadar LDL terendah, sedangkan nilai maksimum memperlihatkan kadar tertinggi. Rata-rata memperlihatkan kecenderungan umum bagi populasi dalam penelitian ini. Simpangan baku memberikan gambaran mengenai variasi nilai antar responden dalam kelompok.

Tabel 8. Kadar LDL

	N	Descriptive Statistics			
		Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Kadar_LDL	50	90.00	218.00	137.3000	29.95796
Valid N (listwise)	50				

Hasil analisis distribusi memperlihatkan kadar LDL minimum sebesar 90.00 mg/dL dan maksimum sebesar 218.00 mg/dL. Rata-rata kadar LDL sebesar 137.3000 mg/dL dengan simpangan baku 29.95796. Sebaran nilai yang cukup lebar memperlihatkan perbedaan tingkat risiko lipid antar pasien. Rata-rata berada di atas batas LDL optimal klinis, sehingga memvisualisasikan bahwasanya mayoritas responden mempunyai profil lipid aterogenik.

Distribusi ini memperlihatkan kecenderungan bahwasanya pasien DM Tipe

2 pada studi ini menghadapi risiko kardiovaskular yang lebih tinggi berdasarkan kadar LDL. Nilai rata-rata yang melebihi nilai referensi medis memperlihatkan perlunya evaluasi klinis lanjutan terkait profil lipid. Hasil ini memiliki relevansi untuk interpretasi lebih lanjut dalam analisis hubungan antara kadar LDL dan HbA1c.

4. Uji Normalitas

Pengujian normalitas dimanfaatkan guna menyelidiki sebaran distribusi nilai HbA1c dan LDL sebelum dilakukan uji korelasi. Informasi ini penting karena pemilihan teknik korelasi bergantung pada distribusi data. Analisis normalitas dilaksanakan memanfaatkan pengujian Kolmogorov–Smirnov melalui SPSS pada seluruh data yang berjumlah 50 responden. Hasilnya memberikan gambaran metode korelasi yang sesuai untuk tahap analisis berikutnya.

Tabel berikut berisi hasil uji Kolmogorov–Smirnov untuk kadar HbA1c dan LDL pada pasien DM Tipe 2. Nilai signifikansi Asymp. Sig. digunakan sebagai dasar interpretasi distribusi data. Data dinilai terdistribusi normal jika skor signifikansi lebih besar dari 0.05, sementara apabila lebih kecil dari 0.05, mengartikan bahwasanya distribusi data digolongkan tidak normal.

Tabel 9. Pengujian Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		Kadar HbA1c (%)	Kadar LDL
N		50	50
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	8.1100%	137.3000
	Std. Deviation	1.87750%	29.95796
Most Extreme Differences	Absolute	.105	.164
	Positive	.105	.164
	Negative	-.074	-.093
Test Statistic		.105	.164
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}	.002 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Perolehan atas pengujian Kolmogorov–Smirnov memperlihatkan kadar HbA1c memiliki nilai signifikansi 0.200, sedangkan kadar LDL memiliki nilai signifikansi 0.002. Skor signifikansi HbA1c > 0.05 sehingga kadar HbA1c dapat dinilai terdistribusi normal. Sebaliknya, skor signifikansi LDL < 0.05 yang memperlihatkan kadar LDL tidak berdistribusi normal. Secara statistik terdapat perbedaan pola sebaran kedua variabel penelitian. Temuan ini memberi dasar pemilihan metode korelasi yang sesuai pada tahap analisis hubungan HbA1c dan LDL. Kadar HbA1c dapat dianalisis menggunakan korelasi parametrik, sedangkan kadar LDL dianalisis menggunakan pendekatan nonparametrik. Analisis korelasi pada tahap selanjutnya akan memperhitungkan hasil uji normalitas ini.

5. Uji Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk menilai hubungan antara kadar HbA1c dan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2 yang menjalani pemeriksaan laboratorium. Pengujian menggunakan metode Pearson karena kadar HbA1c memperlihatkan distribusi normal, dan LDL dianalisis secara parametrik sesuai hasil korelasi

Pearson yang tercantum pada hasil SPSS. Informasi korelasi menjadi dasar untuk menilai derajat keterkaitan perubahan antara kedua parameter.

Tabel berikut menampilkan hasil analisis keterkaitan di antara kadar HbA1c dengan kadar LDL menggunakan korelasi Pearson. Informasi yang ditampilkan meliputi nilai koefisien korelasi (r), nilai signifikansi, serta jumlah responden yang dianalisis. Koefisien korelasi memperlihatkan arah serta kekuatan korelasi, sementara skor signifikansi memperlihatkan keberartian korelasi antar variabel.

Tabel 10. Uji Korelasi

Correlations			
		KADAR HBA1C (%)	Kadar LDL
KADAR HBA1C (%)	Pearson Correlation	1	.848**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	50	50
Kadar LDL	Pearson Correlation	.848**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	50	50

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

Perolehan atas analisis memperlihatkan nilai korelasi Pearson sejumlah 0.848 dengan skor signifikansi 0.000. Skor korelasi tersebut berada dalam kategori korelasi sangat kuat dan bernilai positif. Kenaikan kadar HbA1c berkaitan dengan kenaikan kadar LDL. Skor signifikansi 0.000 memperlihatkan bahwasanya keterkaitan tersebut mempunyai makna statistik. Korelasi yang terbentuk menggambarkan keterkaitan yang jelas antara kontrol glukosa kronis dan profil lipid pada pasien.

Hasil korelasi ini memberikan gambaran kuat bahwasanya tingginya kadar HbA1c cenderung berkaitan dengan kadar LDL yang lebih tinggi. Hasil ini memberikan landasan informasi klinis mengenai hubungan kedua variabel dan

memperlihatkan adanya pola metabolik yang selaras pada pasien DM Tipe 2 pada studi ini.

B. Pembahasan

Perolehan studi memperlihatkan korelasi yang sangat kuat di antara kadar HbA1c dengan LDL pada pasien DM Tipe 2 yang menjalani pemeriksaan. Korelasi Pearson sejumlah 0.848 dengan skor signifikansi 0.000 memperlihatkan keterkaitan yang bermakna secara statistik. Kondisi ini menjadi cerminan bahwasanya ketidakterkendalian glukosa darah dalam jangka panjang tidak hanya menghadirkan masalah pada metabolisme karbohidrat, tetapi juga memengaruhi metabolisme lipid. Pada pasien diabetes, peningkatan kadar glukosa darah yang terjadi terus-menerus mencetuskan berbagai gangguan biokimia yang berdampak pada pembentukan dan penguraian kolesterol LDL (Khardori, 2013). Hasil ini memberikan gambaran bahwasanya pemeriksaan laboratorium dengan parameter HbA1c tidak hanya mencerminkan kontrol glukosa, tetapi juga memiliki kaitan dengan parameter risiko vaskular.

Distribusi kadar HbA1c pada penelitian ini memperlihatkan nilai rata-rata sebesar 8.11%, yang menandai kontrol glikemik yang belum memadai. Kondisi ini memperlihatkan adanya hiperglikemia kronis yang berlangsung terus-menerus. Proses biologis pada DM Tipe 2 ditandai oleh resistensi insulin, yakni keadaan ketika tubuh memiliki insulin yang berjumlah cukup tetapi sel-sel tubuh tidak mampu menggunakannya secara efektif (Manurung, 2018). Kondisi tersebut membuat glukosa tetap ada di dalam darah serta tidak masuk ke dalam sel untuk dimetabolisme. Hiperglikemia yang berkepanjangan menyebabkan glukosa

bereaksi dengan hemoglobin pada sel darah merah melalui proses glikasi non-enzimatis yang kemudian menghasilkan HbA1c (Sherwani et al., 2016). Oleh karena itu, hasil penelitian ini selaras dengan proses patofisiologis tersebut.

Distribusi kadar LDL memperlihatkan rata-rata 137.30 mg/dL. Nilai ini mencerminkan kondisi dislipidemia diabetik ialah kriteria umum pada DM Tipe 2. Pada keadaan resistensi insulin, terjadi gangguan metabolisme lipid yang memicu peningkatan produksi lipoprotein di hati dan penurunan pembersihan LDL dari sirkulasi (Khardori, 2013). Gangguan ini meningkatkan jumlah LDL dalam darah dan membuat partikel LDL lebih mudah bertahan dalam sirkulasi, sehingga risiko aterosklerosis meningkat. Kondisi ini memperlihatkan bahwasanya disfungsi metabolisme glukosa memiliki konsekuensi lanjutan berupa gangguan metabolisme lipid. Fenomena ini telah dilaporkan meningkat pada pasien DM Tipe 2 di seluruh dunia (Saeedi et al., 2019).

Mekanisme keterhubungan kadar HbA1c dengan LDL dapat dijelaskan melalui glikasi protein. Pada kondisi hiperglikemia, tidak hanya hemoglobin yang mengalami glikasi, tetapi juga protein pada permukaan partikel LDL, terutama apolipoprotein B-100 (Sherwani et al., 2016). Perubahan ini mengakibatkan LDL menjadi lebih kecil, lebih padat, dan lebih rentan mengalami oksidasi. LDL yang teroksidasi memiliki sifat proinflamasi yang kuat dan dapat memicu proses aterosklerosis. LDL teroksidasi juga lebih sulit dibersihkan oleh reseptor LDL di hati sehingga bertahan lama dalam sirkulasi (Dewi Simanullang et al., 2024). Kondisi ini menyebabkan pembentukan plak aterosklerotik yang mengancam pembuluh darah.

Keterkaitan antara glikemik dan lipid tidak berhenti pada glikasi LDL saja,

tetapi melibatkan interaksi biokimia yang mempengaruhi metabolisme tubuh secara luas. Pada kondisi resistensi insulin, terjadi peningkatan lipolisis di jaringan adiposa yang menyebabkan pelepasan asam lemak bebas ke dalam darah. Asam lemak bebas ini masuk ke hati serta memberikan peningkatan bagi produksi trigliserida serta LDL (Manurung, 2018). Proses ini menjelaskan mengapa kadar LDL meningkat pada saat kadar HbA1c tinggi. Mekanisme ini selaras dengan proses pembentukan LDL aterogenik yang dijelaskan dalam literatur aterosklerosis (Sherwani et al., 2016).

Konsekuensi klinis dari peningkatan HbA1c dan LDL yang terjadi bersamaan mencerminkan risiko komplikasi makrovaskular yang berbahaya. LDL teroksidasi memicu proses inflamasi kronis pada dinding pembuluh darah yang menuju pada terciptanya plak aterosklerotik (Adi Soleistijo et al., 2019). Plak aterosklerotik bisa menjadi penyebab sempitnya pembuluh darah serta menditraksi aliran darah ke jantung, otak, dan ekstremitas, sehingga risiko infark miokard, stroke, dan gangguan vaskular perifer meningkat (Whiting et al., 2011). Hasil ini memperlihatkan bahwasanya kadar HbA1c dan LDL yang tinggi bukan hanya fenomena laboratorium, tetapi memiliki dampak klinis nyata.

Pemahaman mengenai keterkaitan antara kadar HbA1c dan LDL memiliki implikasi penting dalam manajemen Diabetes Melitus Tipe 2. Pemeriksaan HbA1c tidak hanya menjadi indikator untuk memantau glukosa darah jangka panjang tetapi juga memberi gambaran mengenai kemungkinan perubahan profil lipid. Pemeriksaan LDL menjadi langkah penting untuk menilai risiko vaskular dan membantu merencanakan intervensi klinis (Simatupang, 2020). Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwasanya pengendalian glukosa memiliki keterhubungan

dengan risiko lipid sehingga perawatan pasien DM Tipe 2 perlu diarahkan pada penanganan metabolisme glukosa dan lipid secara bersamaan.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Mengacu pada perolehan studi terkait keterkaitan dari kadar HbA1c dengan kadar LDL pada pasien DM Tipe 2 maka bisa diambil kesimpulan yaitu :

1. Hasil kadar HbA1c pada pasien DM Tipe 2 memiliki kadar HbA1c tinggi sebanyak 48 responden (96%) dan kadar HbA1c normal sejumlah 2 responden (4%). Distribusi HbA1c memperlihatkan rata rata 8.11%, memperlihatkan kondisi hiperglikemia kronis.
2. Hasil kadar LDL pada pasien DM Tipe 2 memiliki tingginya kadar LDL sejumlah 48 responden (96%) serta kadar LDL normal sejumlah 2 responden (4%). Distribusi LDL mempunyai rerata 137.30 mg/dL, memperlihatkan adanya dislipidemia diabetik.
3. Hubungan statistik antara kadar HbA1c dan kadar LDL memperlihatkan korelasi sangat kuat dengan skor r sejumlah 0.848 serta skor signifikansi 0.000. Korelasi positif tersebut memperlihatkan bahwasanya naiknya kadar HbA1c akan diikuti dengan naiknya pula kadar LDL. Keterkaitan ini sesuai dengan mekanisme fisiologis pada DM Tipe 2, dimana resistensi insulin, glikasi protein, dan perubahan metabolisme lipid bekerja dalam satu rangkaian proses yang memengaruhi kedua parameter laboratorium. Penelitian menghasilkan gambaran klinis bahwasanya naiknya kadar HbA1c berkaitan dengan naiknya kadar LDL yang berkontribusi pada risiko komplikasi kardiovaskular. Kondisi ini memberikan pemahaman bahwasanya pemantauan HbA1c dan LDL menjadi langkah penting dalam tatalaksana pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

Pemeriksaan kedua parameter tersebut membantu memberikan informasi mengenai kendali glukosa dan status lipid sehingga dapat dijadikan dasar dalam menentukan strategi terapi yang lebih komprehensif.

B. Saran

Mengacu pada perolehan atas keseluruhan dari studi diatas maka adapun saran yang bisa diberikan oleh peneliti yaitu:

1. Untuk Institusi Pelayanan Kesehatan: Rumah Sakit Murni Teguh Tuban Bali diharapkan meningkatkan program pemantauan laboratorium terhadap pasien Diabetes Melitus Tipe 2, khususnya melalui pemeriksaan HbA1c dan LDL secara berkala. Hasil pemantauan ini dapat digunakan sebagai dasar bagi tenaga medis dalam menyusun strategi tatalaksana yang lebih efektif dan terarah untuk menekan risiko komplikasi.
2. Bagi Tenaga Kesehatan dan Praktisi Klinis: Tenaga kesehatan dianjurkan memberikan edukasi mengenai pengendalian glukosa dan lipid, mengingat kedua parameter saling berkaitan dalam kondisi metabolik pasien DM Tipe 2. Edukasi berupa panduan diet, aktivitas fisik, dan terapi farmakologis akan membantu pasien mengelola kadar HbA1c dan LDL secara bersamaan untuk mengurangi risiko komplikasi kardiovaskular.
3. Bagi Peneliti Selanjutnya: Penelitian lebih lanjut disarankan menambahkan variabel klinis seperti trigliserida, HDL, indeks massa tubuh, atau durasi penyakit guna mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi metabolik pasien DM Tipe 2. Penelitian juga dapat dilakukan pada populasi lebih besar agar hasil yang diperoleh memiliki cakupan yang lebih

luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alodokter. (2024). Pemeriksaan HbA1c untuk Mendeteksi dan Mengontrol Diabetes. <https://www.alodokter.com/pemeriksaan-hba1c-untuk-mendeteksi-dan-mengontrol-diabetes>
- Dafroyati, Y., Fahmi, A., Avelina, Y., Nurbaety, Anggreyni, M., & Lubis, H. (2021). Metodologi Penelitian Kesehatan. In: Metodologi Penelitian Kesehatan. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Issue 2021) http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2018/09/Metodologi-Penelitian-Kesehatan_SC.pdf
- Dewi Simanullang, M. S., Rante Rupang, E., & Cellline Ayu Putri, G. (2024). Early Identification of Neuropathy in Patients with Diabetes Mellitus at RSUD Haji Adam Malik Medan Using the IpTT Method. *Interest : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 13(1), 28–35. <https://doi.org/10.37341/interest.v13i1.632>
- Dinas Kesehatan Kabupaten Badung. (2022). *Profil Dinkes Badung Tahun 2022*. 51.
- Driyah, S., BS, L., & DK, K. (2019). Korelasi Kontrol Glikemik dengan HDL dan Small-Dense LDL pada Penderita Diabetes Melitus dengan Komplikasi Jantung Koroner di RSUD Dr . Kariadi Semarang , Jawa Tengah Program Magister Ilmu Biomedik , Universitas Diponegoro Semarang menggambarkan jumlah pa. *Journal Biotek Medisiana Indonesia*, 8(1), 67–75.
- Erdaliza, E., Mitra, M., Rany, N., Harnani, Y., & Rienarti Abidin, A. (2024). Faktor risiko yang berhubungan dengan komplikasi Diabetes Mellitus Tipe 2. *Jurnal Kesehatan Komunitas (Journal of Community Health)*, 10(3), 534–545. <https://doi.org/10.25311/keskom.vol10.iss3.2039>
- Hafid, A., & Suharmanto, S. (2021). The Hubungan antara Kadar Trigliserida dengan Kadar HbA1c Pada Pasien DM Tipe II. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 10(2), 469–474. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i2.614>
- Ishak, S., Choirunissa, R., Agustiaawan, Yati Purnama, Achmad, V. S., Mua, E. L., Heryyanoor, Syamil, A., Ludji, I. D. R., Sekeon, R. A., Wardhana, A.,
- Khadori, R. (2013). Changing paradigms in type 2 diabetes mellitus. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 17(7), 68. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.119509>
- Maajid, I., Anggunan, A., Esfandiari, F., & Praselia, T. (2023). HUBUNGAN HbA1c DENGAN KADAR LDL PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI PUSKESMAS SIMPUR BANDAR LAMPUNG. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*, 10(7), 2287–2293. <https://doi.org/10.33024/jikk.v10i7.10804>
- Manurung, N. (2018). *Tahta Media Group*.
- Reed, J., Bain, S., Venkateswarlu, & Kanamarlapudi. (2021). *Reed J, Bain S, Kanamarlapudi V. A Review of Current Trends with Type 2 Diabetes Epidemiology, Aetiology, Pathogenesis, Treatments and Future Perspectives. Diabetes Metab Syndr Obes. 2021 Aug 10;14:3567-3602. doi: 10.2147/DMSO.S319895. PMID: 34413662; PMC. 3567–3602.*
- Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N.,

- Colagiuri, S., Guariguata, L., Motala, A. A., Ogurtsova, K., Shaw, J. E., Bright, D., & Williams, R. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 157, 107843. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.107843>
- Sherwani, S. I., Khan, H. A., Ekhzaimy, A., Masood, A., & Sakharkar, M. K. (2016). Significance of HbA1c test in diagnosis and prognosis of diabetic patients. *Biomarker Insights*, 11, 95–104. <https://doi.org/10.4137/Bmi.s38440>
- Soelistijo Soebagijo Adi, et all 2019, 'Buku Pengelolaan Dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia', Perkeni, p. 133.
- Suci, T., & Ginting, J. B. (2023). Pengaruh Faktor Usia, Indeks Massa Tubuh, Dan Kadar Gula Darah Terhadap Kejadian Penyakit Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Keperawatan Priority*, 6(2), 12–19. <https://doi.org/10.34012/jukep.v6i2.3693>
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*.
- Triastawan, I. K. A., Widowati, I. G. A. R., Tunas, I. K., & Putri, D. W. B. (2024). Kewaspadaan Diri dan Kepatuhan Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di Puskesmas IV Denpasar Selatan. *Lambung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.31764/lf.v5i1.17054>
- Whiting, D. R., Guariguata, L., Weil, C., & Shaw, J. (2011). IDF Diabetes Atlas: Global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 94(3), 311–321. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2011.10.029>
- Widyatmojo, H., Suromo, L. B., & Retnoningrum, D. (2018). Hubungan Hemoglobin Terглиkasilasi (HbA1c) dengan Risiko Kardiovaskular Pada Pasien Diabetes Melitus. *Media Medika Muda*, 3, 1–6.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Informed Consent

INFORMED CONSENT

Korelasi Kadar Hemoglobin Glikosilat (HbA1C) dengan Kadar Low-Density Lipoprotein (LDL) pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2

Peneliti:

Ni Made Dinda Prabha Sari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1c) dan kadar *Low-Density Lipoprotein* (LDL) pada pasien Diabetes Melitus Tipe 2.

Peserta penelitian akan diminta untuk:

1. Mengisi kuesioner dan melakukan wawancara terkait data pribadi dan riwayat kesehatan.
2. Memberikan sampel darah vena untuk pemeriksaan kadar HbA1c dan LDL.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan sampel hingga pemeriksaan selesai diperkirakan ± 1 jam.

Keikutsertaan dalam penelitian ini memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Mendapatkan informasi mengenai kadar HbA1c dan LDL masing-masing peserta.
2. Memberikan kontribusi ilmiah untuk pengembangan manajemen dan pengendalian diabetes di rumah sakit.

Kerahasiaan Data

1. Semua data yang diperoleh akan dijaga kerahasiaannya dan hanya dapat diakses oleh peneliti.
2. Nama peserta tidak akan dicantumkan dalam dokumen penelitian.
3. Hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk agregat dan dapat dipublikasikan tanpa menyebut identitas peserta.

Hak Peserta

1. Partisipasi bersifat sukarela, dan peserta dapat mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi apapun terhadap pelayanan kesehatan.
2. Peserta berhak menanyakan hal-hal terkait penelitian kepada peneliti kapan saja.

Sebagai bentuk apresiasi, peserta akan diberikan snack ringan setelah pengambilan sampel darah.

Jika terdapat pertanyaan terkait penelitian, peserta dapat menghubungi:

Ni Made Dinda Prabha Sari – 0822-4702-7003

Pernyataan Persetujuan:

Saya telah membaca dan memahami informasi di atas, dan saya bersedia menjadi peserta penelitian ini.

Nama Peserta : _____

Tanggal : _____

Tanda Tangan : _____

Nama Peneliti : _____

Tanggal : _____

Tanda Tangan : _____

Lampiran 2. Surat Persetujuan Menjadi Responden

No. Responden :

Surat Persetujuan Menjadi Responden

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :

Tanggal lahir :

Alamat :

Setelah mendapatkan keterangan dan penjelasan dari saudara peneliti serta mengetahui tujuan dan manfaat penelitian yang berjudul “Korelasi Kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1C) dengan Kadar *Low-Density Lipoprotein* (LDL) Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2” dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia *) ikut serta sebagai subjek penelitian, dengan catatan bila sewaktu – waktu merasa dirugikan dalam bentuk apapun berhak membatalkan persetujuan ini.

Demikian surat pertanyaan ini dibuat tanpa ada pemaksaan dari pihak manapun dan informasi yang diperoleh dapat digunakan sepenuhnya untuk kepentingan penelitian.

Badung,.....

Yang membuat pernyataan,

(.....)

*) coret yang tidak perlu

Lampiran 3. Kuesioner

KUESIONER

Korelasi Kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1c) dengan Kadar *Low-Density Lipoprotein* (LDL) pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2

Instruksi: Isilah kuesioner ini dengan jujur. Tandai (✓) pada kolom jawaban yang sesuai. Beberapa pertanyaan meminta keterangan tambahan. Semua informasi dijamin kerahasiaannya.

Identitas Responden

Data	Keterangan
Nama (Inisial)	
Jenis Kelamin	☐ Laki-laki ☐ Perempuan
Usia (tahun)	
Alamat	
Nomor Rekam Medis	
Tanggal Pengisian	//2025

Bagian A: Riwayat Kesehatan

No.	Pertanyaan	Jawaban	Keterangan Tambahan
1	Apakah Anda saat ini terdiagnosa DM Tipe 2?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, sejak kapan? _____ tahun
2	Apakah Anda sedang mengonsumsi obat untuk diabetes?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, tuliskan jenis obat: _____
3	Apakah Anda sedang mengonsumsi obat penurun kolesterol (statin)?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, tuliskan jenis dan dosis: _____
4	Apakah Anda memiliki riwayat gagal ginjal kronik berat?	☐ Ya ☐ Tidak	
5	Apakah sebelumnya Anda pernah melakukan pemeriksaan kadar HbA1c?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, kapan terakhir kali? _____
6	Apakah sebelumnya Anda pernah melakukan pemeriksaan kadar LDL?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, kapan terakhir kali? _____

7	Apakah Anda memiliki penyakit penyerta lain (misal hipertensi, penyakit jantung)?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, sebutkan: _____
---	---	--	-----------------------------

Bagian B: Gaya Hidup

No.	Pertanyaan	Jawaban	Keterangan Tambahan
8	Apakah Anda memiliki kebiasaan merokok?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, sebutkan jumlah rokok/hari: _____
9	Apakah Anda mengonsumsi alkohol?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, sebutkan jenis dan frekuensi: _____
10	Apakah Anda menjalani aktivitas fisik secara rutin (≥ 150 menit/minggu)?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, jenis aktivitas: _____
11	Apakah Anda memiliki pola makan sehat (rendah gula, rendah lemak jenuh)?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, jelaskan: _____

Bagian C: Riwayat Keluarga

No.	Pertanyaan	Jawaban	Keterangan Tambahan
12	Apakah ada anggota keluarga yang menderita DM Tipe 2?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, sebutkan hubungan: _____
13	Apakah ada anggota keluarga yang memiliki riwayat penyakit jantung koroner atau stroke?	☐ Ya ☐ Tidak	Jika Ya, sebutkan hubungan: _____

Bagian D: Pemeriksaan Laboratorium (Diisi oleh Petugas Lab)

No.	Pemeriksaan	Hasil	Satuan	Tanggal Pemeriksaan
14	HbA1c		%	//2025
15	LDL		mg/dL	//2025

Pernyataan Persetujuan:

Saya menyatakan bahwasanya informasi yang saya berikan adalah benar dan lengkap. Saya memahami bahwasanya data ini akan digunakan untuk penelitian dan dijamin kerahasiaannya.

Tanda Tangan Responden: _____ Tanggal: //2025 Tanda

Tangan Peneliti: _____ Tanggal: //2025

Lampiran 4. Surat Permohonan Izin Penelitian Rumah Sakit Murni Teguh Tuban Bali



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Denpasar
Jalan Sanitasi No.1, Sidakarya
Denpasar Selatan, Bali 80224
(0361) 710447
<https://www.poltekkes-denpasar.ac.id>

Nomor : PP.05.01/F.XXIV.18/3283/2025
Lampiran : satu berkas
Hal : Permohonan Izin Penelitian

11 November 2025

Yth. Direktur Rumah Sakit Murni Teguh Tuban Bali
Jl. Raya Tuban No. 1A/45, Tuban, Kuta, Badung, Bali 80361

Sehubungan dengan pelaksanaan kegiatan penelitian mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Kelas RPL Poltekkes Kemenkes Denpasar Tahun Akademik 2025-2026, bersama ini kami mengusulkan pemberian izin penelitian kepada :

nama : Ni Made Dinda Prabha Sari
NIM : P07134224117
prodi/program : TLM/Sarjana Terapan Kelas RPL
semester : II
judul proposa : Korelasi Kadar Hemoglobin Glikosilat (HbA1c) dengan Kadar Low Density Lipoprotein (LDL) pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Murni Teguh Tuban Bali

Tujuan penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, sekaligus berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi laboratorium medis. Bersama ini kami lampirkan proposal penelitian yang bersangkutan sebagai bahan pertimbangan

Demikian surat ini disampaikan untuk mendapatkan proses lebih lanjut. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih.

a.n. Direktur Poltekkes Kemenkes Denpasar
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis,



I Gusti Ayu Sri Dhyana Putri, SKM, MPH
NIP. 197209011998032003

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silakan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://wbs.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silakan unggah dokumen pada laman <https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF>.



Lampiran 5. Kelayakan Etik



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Denpasar
Jalan Sanitasi No.1, Sidakarya
Denpasar Selatan, Bali 80224
(0361) 710447
<https://www.poltekkes-denpasar.ac.id>

PERSETUJUAN ETIK/ ETHICAL APPROVAL Nomor : DP.04.02/F.XXIV.25/ 1005 /2025

Yang bertandatangan di bawah ini Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Denpasar, setelah dilaksanakan pembahasan dan penilaian, dengan ini memutuskan protokol penelitian yang berjudul :

KORELASI KADAR HEMOGLOBIN GLIKOSILAT (HBA1C) DENGAN LOW-DENSITY LIPOPROTEIN (LDL) PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RUMAH SAKIT MURNI TEGUH TUBAN BALI

dengan Ketua Pelaksana/Peneliti Utama :

Ni Made Dinda Prabha Sari

LAIK ETIK. Persetujuan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan batas waktu pelaksanaan penelitian seperti tertera dalam protokol dengan masa maksimum selama 1 (satu) tahun

Pada akhir penelitian, peneliti menyerahkan laporan akhir kepada KEPK-Poltekkes Denpasar. Dalam pelaksanaan penelitian, jika ada perubahan dan/atau perpanjangan penelitian, harus mengajukan kembali permohonan kaji etik penelitian (amandemen protokol)

Denpasar, 23 Desember 2025

Ketua Komisi Etik Poltekkes Kemenkes Denpasar



Dr. Ni Komang Yuni Rahyani, S.Si.T., M.Kes

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silakan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://wbs.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silakan unggah dokumen pada laman <https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF>.



Lampiran 6. Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu Pelaksanaan																							
		Juli 2025				Agustus 2025				September 2025				Oktober 2025				November 2025				Desember 2025			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
A.	Persiapan																								
1.	Identifikasi masalah																								
2.	Studi pustaka																								
3.	Penyusunan usulan penelitian																								
4.	Pengumpulan usulan penelitian																								
5.	Seminar usulan penelitian																								
6.	Revisi seminar usulan penelitian																								
B.	Pelaksanaan																								
1.	Pengurusan izin penelitian																								
2.	Pengumpulan data																								
3.	Pengolahan dan analisis data																								
C.	Tahap akhir																								
1.	Penyusunan laporan																								
2.	Ujian hasil penelitian																								
3.	Revisi laporan																								

Lampiran 7. Anggaran

ANGGARAN BIAYA PENELITIAN KORELASI KADAR *HEMOGLOBIN GLIKOSILAT* (HbA1C) DENGAN *LOW- DENSITY LIPOPROTEIN* (LDL) PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Alokasi dana yang diperlukan dalam penelitian ini direncanakan sebagai berikut :

No	Kegiatan	Rencana Biaya
1	Tahap Persiapan a) Penyusunan Proposal b) Revisi Proposal c) Cetak dan Penggandaan Proposal d) Ujian Proposal	Rp 300.000,00 Rp 300.000,00 Rp 300.000,00 Rp 300.000,00
2	Tahap Pelaksanaan a) Pembelian <i>handscoon</i> b) Pembelian <i>alcohol swab</i> c) Pembelian <i>tube EDTA</i> d) Pembelian <i>tube Plain</i> e) Pembelian <i>Syringe 3cc</i> f) Pembelian ATK g) Pemeriksaan HbA1C h) Pemeriksaan LDL i) Konsumsi	Rp 60.000,00 Rp 10.000,00 Rp. 100.000,00 Rp 100.000,00 Rp 100.000,00 Rp 100.000,00 Rp 800.000,00 Rp 500.000,00 Rp 300.000,00
3	Tahap Akhir a) Penggandaan lembar pengumpulan data b) Transportasi dan akomodasi c) Pengolahan dan analisis data d) Penyusunan laporan	Rp 300.000,00 Rp 300.000,00 Rp 300.000,00 Rp 300.000,00
	e) Penggandaan laporan f) Seminar hasil g) Revisi laporan h) Uji similarity, etika penelitian dan biaya tak terduga	Rp 300.000,00 Rp 300.000,00 Rp 100.000,00 Rp 400.000,00
Jumlah		Rp 5.570.000,00

Lampiran 8. Rekapitulasi Hasil

KORELASI KADAR *HEMOGLOBIN GLIKOSILAT* (HBA1C) DENGAN *LOW-DENSITY LIPOPROTEIN* (LDL) PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

NO	KODE RESPONDEN	KADAR HBA1C (%)	INTERPRETASI	KADAR LDL (mg/dL)	INTERPRETASI
1	P01	8.60%	HIGH	145 mg/dL	HIGH
2	P02	9.30%	HIGH	156 mg/dL	HIGH
3	P03	9.00%	HIGH	140 mg/dL	HIGH
4	P04	9.70%	HIGH	130 mg/dL	HIGH
5	P05	10.60%	HIGH	200 mg/dL	HIGH
6	P06	11.90%	HIGH	218 mg/dL	HIGH
7	P07	10.00%	HIGH	189 mg/dL	HIGH
8	P08	7.60%	HIGH	142 mg/dL	HIGH
9	P09	7.10%	HIGH	125 mg/dL	HIGH
10	P10	6.30%	HIGH	139 mg/dL	HIGH
11	P11	5.70%	HIGH	136 mg/dL	HIGH
12	P12	7.50%	HIGH	110 mg/dL	HIGH
13	P13	9.50%	HIGH	155 mg/dL	HIGH
14	P14	9.10%	HIGH	151 mg/dL	HIGH
15	P15	6.50%	HIGH	115 mg/dL	HIGH
16	P16	7.50%	HIGH	128 mg/dL	HIGH
17	P17	5.80%	HIGH	105 mg/dL	HIGH
18	P18	8.60%	HIGH	129 mg/dL	HIGH
19	P19	6.40%	HIGH	109 mg/dL	HIGH
20	P20	7.90%	HIGH	112 mg/dL	HIGH
21	P21	7.80%	HIGH	132 mg/dL	HIGH
22	P22	5.90%	HIGH	111 mg/dL	HIGH
23	P23	6.00%	HIGH	122 mg/dL	HIGH
24	P24	9.40%	HIGH	154 mg/dL	HIGH
25	P25	6.10%	HIGH	104 mg/dL	HIGH
26	P26	10.50%	HIGH	203 mg/dL	HIGH
27	P27	7.80%	HIGH	136 mg/dL	HIGH
28	P28	6.70%	HIGH	127 mg/dL	HIGH
29	P29	10.70%	HIGH	199 mg/dL	HIGH
30	P30	8.40%	HIGH	148 mg/dL	HIGH
31	P31	7.40%	HIGH	120 mg/dL	HIGH
32	P32	5.40%	NORMAL	100 mg/dL	NORMAL
33	P33	14.00%	HIGH	215 mg/dL	HIGH
34	P34	8.50%	HIGH	130 mg/dL	HIGH
35	P35	7.00%	HIGH	110 mg/dL	HIGH

36	P36	8.30%	HIGH	107 mg/dL	HIGH
37	P37	9.40%	HIGH	139 mg/dL	HIGH
38	P38	7.60%	HIGH	128 mg/dL	HIGH
39	P39	9.00%	HIGH	119 mg/dL	HIGH
40	P40	6.10%	HIGH	126 mg/dL	HIGH
41	P41	7.40%	HIGH	129 mg/dL	HIGH
42	P42	5.50%	NORMAL	90 mg/dL	NORMAL
43	P43	11.20%	HIGH	168 mg/dL	HIGH
44	P44	8.90%	HIGH	135 mg/dL	HIGH
45	P45	7.40%	HIGH	121 mg/dL	HIGH
46	P46	7.90%	HIGH	133 mg/dL	HIGH
47	P47	7.70%	HIGH	138 mg/dL	HIGH
48	P48	5.70%	HIGH	109 mg/dL	HIGH
49	P49	11.20%	HIGH	159 mg/dL	HIGH
50	P50	6.00%	HIGH	119 mg/dL	HIGH

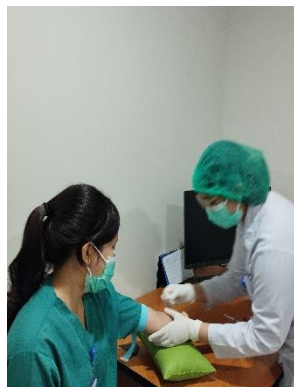
Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan



Alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan sampel darah pasien



Penggunaan APD sebelum melakukan pengambilan sampel darah pasien



Proses pengambilan sampel darah pasien



Proses pengambilan sampel darah pasien



Proses sentrifugasi sampel untuk pemeriksaan LDL



Proses sentrifugasi sampel untuk pemeriksaan LDL



Proses pemipetan sampel sebanyak 200 μ L serum ke dalam sampel cup yang telah diberi barcode identitas pasien



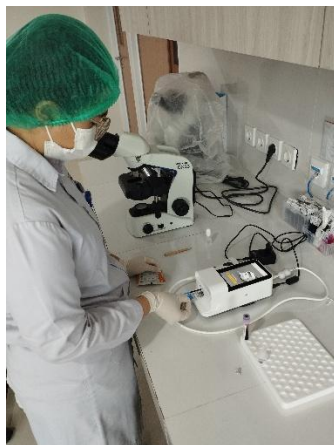
Memasukkan rak yang sudah berisi sampel pasien ke dalam alat dengan posisi barcode menghadap keluar



Menginput username dan password untuk login pada alat pemeriksaan HbA1c



Proses pemipetan sampel sebanyak 15 μ L ke dalam buffer dan dihomogenkan dengan batang pengaduk sebanyak 5-10 kali



Memasukkan strip test dan tunggu hingga selesai warming up



Teteskan 1 tetes sampel ke dalam strip test, lalu tutup, dan alat akan merunning sampel.

Lampiran 10. Hasil Uji Statistik

Frekuensi HBA1C

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	HIGH	48	96.0	96.0	96.0
	NORMAL	2	4.0	4.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Frekuensi LDL

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	HIGH	48	96.0	96.0	96.0
	NORMAL	2	4.0	4.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
KADAR HBA1C (%)	50	5.40%	14.00%	8.1100%	1.87750%
Valid N (listwise)	50				

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Kadar LDL	50	90.00	218.00	137.3000	29.95796
Valid N (listwise)	50				

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kadar HBA1C (%)	Kadar LDL
N		50	50
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	8.1100%	137.3000
	Std. Deviation	1.87750%	29.95796
Most Extreme Differences	Absolute	.105	.164
	Positive	.105	.164
	Negative	-.074	-.093
Test Statistic		.105	.164
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}	.002 ^c

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Uji Korelasi

Correlations

		KADAR HBA1C (%)	Kadar LDL
KADAR HBA1C (%)	Pearson Correlation	1	.848**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	50	50
Kadar_LDL	Pearson Correlation	.848**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	50	50

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

Lampiran 11. Hasil Turnitin

P07134224117_NI MADE DINDA PRABHA SARI
.docx

ORIGINALITY REPORT

23% SIMILARITY INDEX	22% INTERNET SOURCES	10% PUBLICATIONS	13% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------

PRIMARY SOURCES

1	repository.poltekkes-denpasar.ac.id Internet Source	5%
2	Submitted to LL DIKTI IX Turnitin Consortium Part III Student Paper	1%
3	Submitted to Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	1%
4	Tika Lestari, Dini Puspodewi, Meka Faizal Farabi. "CORRELATION OF HBA1C LEVELS TO LDL, HDL AND TRIGLYCERIDE LEVELS IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS PATIENTS IN KESUGIHAN II PUBLIC HEALTH CENTER, CILACAP DISTRICT", Jurnal Mitra Kesehatan, 2025 Publication	1%
5	Intan Dara Puspita, Syahrul Ardiansyah. "HbA1c Association With Transaminase Levels in Type 2 Diabetes", Academia Open, 2026 Publication	<1%
6	repository.unj.ac.id Internet Source	<1%
7	ecampus.poltekkes-medan.ac.id Internet Source	<1%
8	uminspace.umi.ac.ug Internet Source	<1%
9	www.scribd.com Internet Source	<1%
10	scholar.unand.ac.id Internet Source	<1%
11	repository.ub.ac.id Internet Source	<1%

[Portal](#)
[Perkuliahan](#)
[Perkuliahan \(mhs\)](#)
[Laporan \(Mhs\)](#)
[Yudisium \(Mhs\)](#)
[Kuesioner](#)

Bimbingan						
No	Dosen	Topik	Masukan Dosen	Tanggal Bimbingan	Validasi Dosen	Aksi
1	197711302000032001 - NI NYOMAN ASTIKA DEWI, S.Gz,M. Biomed	Bimbingan hasil penelitian	Perbaiki sesuai saran	6 Oktober 2025	✓	
2	197711302000032001 - NI NYOMAN ASTIKA DEWI, S.Gz,M. Biomed	Bimbingan bab 5	Perbaiki sesuai saran	20 Oktober 2025	✓	
3	197711302000032001 - NI NYOMAN ASTIKA DEWI, S.Gz,M. Biomed	Bimbingan bab 6	Perbaiki sesuai saran	30 Oktober 2025	✓	
4	197711302000032001 - NI NYOMAN ASTIKA DEWI, S.Gz,M. Biomed	Bimbingan revisi keseluruhan	Perbaiki sesuai saran	5 November 2025	✓	
5	197711302000032001 - NI NYOMAN ASTIKA DEWI, S.Gz,M. Biomed	ACC seminar hasil skripsi	ACC	5 November 2025	✓	
6	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan penulisan bab 5	Penulisan sesuaikan dengan pedoman penulisan	6 Oktober 2025	✓	
7	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan penulisan bab 6	Perbaiki penggunaan huruf kapital, sesuaikan dengan pedoman penulisan	20 Oktober 2025	✓	
8	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan revisi penulisan keseluruhan	Sudah sesuai dengan saran	30 Oktober 2025	✓	
9	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan revisi penulisan keseluruhan	Sudah sesuai dengan pedoman penulisan	5 November 2025	✓	
10	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	ACC penulisan skripsi	ACC penulisan	5 November 2025	✓	

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI REPOSITORY

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ni Made Dinda Prabha Sari
NIM : P07134224117
Program Studi: : Sarjana Terapan
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis
Tahun Akademik : 2025/2026
Alamat : Jl. Suradipa II Gang Permata No. 5 Banjar Gunung, Desa
Peguyangan Kaja, Kecamatan Denpasar Utara, Kota Denpasar
No Hp/Email : 082247027003/prabhasaridinda@gmail.com

Dengan ini menyerahkan skripsi berupa Tugas Akhir dengan judul :

“Korelasi Kadar *Hemoglobin Glikosilat* (HbA1c) Dengan *Low-Density Lipoprotein* (LDL) Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2”

Dan menyetujui menjadi milik Poltekkes Kemenkes Denpasar serta memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif untuk disimpan, dialihkan mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan dipublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka segala tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung sendiri tanpa melibatkan pihak Poltekkes Kemenkes Denpasar. Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 07 September 2026

Mahasiswa Bersangkutan



Ni Made Dinda Prabha Sari
NIM. P07134224117