

**HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN KADAR  
TRIGLISERIDA DENGAN KADAR HbA1c PADA PENDERITA  
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK  
BANDAR LAMPUNG BULAN JANUARI-DESEMBER 2023**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**ZHEVA APRILLIA YOZEVI  
NPM 2058011017**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN KADAR  
TRIGLISERIDA DENGAN KADAR HbA1c PADA PENDERITA  
DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK  
BANDAR LAMPUNG BULAN JANUARI-DESEMBER 2023**

**Oleh**

**ZHEVA APRILLIA YOZEVI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA KEDOKTERAN**

**Pada**

**Program Studi Pendidikan Dokter  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

**Judul Skripsi**

**: HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN KADAR TRIGLISERIDA DENGAN KADAR HbA1C PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK BANDAR LAMPUNG BULAN JANUARI-DESEMBER 2023**

**Nama Mahasiswa**

**: Zheva Aprillia Yozevi**

**No. Pokok Mahasiswa** : 2058011017

**Program Studi**

**: Pendidikan Dokter**

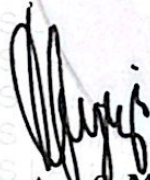
**Fakultas**

**: Kedokteran**

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**



**dr. Putu Ristyning Ayu S, M.Kes., Sp.PK(K).**  
NIP. 231401760222201

**Pembimbing II**



**dr. Giska Tri Putri, M.Ling.**  
NIP. 231612900307201

**2. Dekan Fakultas Kedokteran**



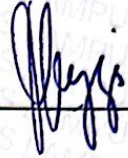
**Dr. dr. Evi Kurniawaty, M.Sc.**  
NIP. 197601202003122001



**MENGESAHKAN**

1. **Tim Penguji  
Ketua**

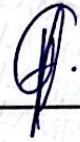
**: dr. Putu Ristyaning Ayu Sangging,  
M.Kes., Sp.PK(K).**



---

**Sekretaris**

**: dr. Giska Tri Putri, M.Ling.**



---

**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Dr. dr. Reni Zuraida, M.Si., Sp.KKLP.**



---

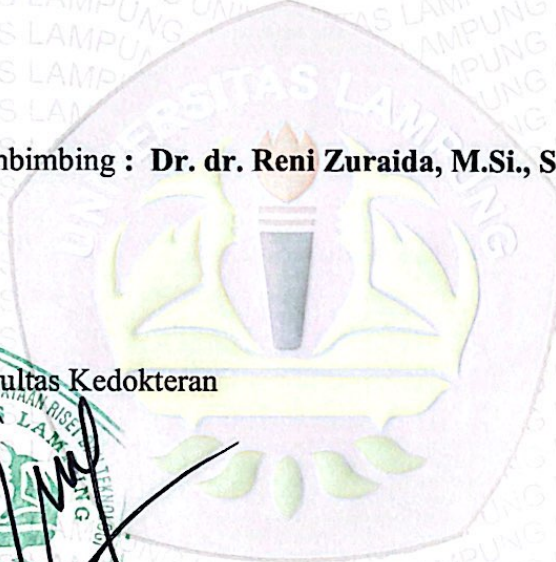
2. **Dekan Fakultas Kedokteran**

**Dr. dr. Evi Kurniawaty, M Sc.  
NIP. 197601202003122001**



---

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 18 Januari 2024**



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul **“HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN KADAR TRIGLISERIDA DENGAN KADAR HbA1c PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK BANDAR LAMPUNG BULAN JANUARI-DESEMBER 2023”** adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam akademik atau yang dimaksud dengan plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, Januari 2024

Pembuat pernyataan,



Zheva Aprillia Yozevi

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis yang bernama Zheva Aprillia Yozevi, lahir di Bandar Lampung pada tanggal 15 April 2002. Penulis merupakan putri kandung dari Bapak Yozi Rizal, S.H dan Ibu Evy Susilawati, S.E. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dengan kakak bernama Vrenanda Bella Yozevi dan kedua adik, yaitu MVY. Dzakynov dan AY. Damas Raya.

Penulis memiliki riwayat pendidikan yakni TK Taruna Jaya pada tahun 2006, yang dilanjutkan dengan Pendidikan Dasar di SDS Al-Kautsar pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2014. Penulis kemudian melanjutkan Sekolah Tingkat Pertama di SMPN 5 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2017. Di tahun yang sama penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Bandar Lampung dan dinyatakan lulus pada tahun 2020.

Penulis kemudian diterima dan melanjutkan studi dengan menjadi salah satu mahasiswi Fakultas Kedokteran Universitas Lampung pada tahun 2020. Selama menjalani masa kuliah penulis ikut berperan aktif dalam mengikuti kegiatan organisasi yang ada di kampus, yaitu LUNAR dan CIMSA FK Unila, baik sebagai anggota ataupun sebagai pengurus organisasi. Selain itu, penulis juga merupakan salah satu anggota dari Asisten Dosen Histologi FK Unila.

**From** : Me

**To** : Me and My Beloved Family!

Ayah, Bunda, Ses, Myself, Dzaky, and Raya  
I present this to you guys.  
I hope I make you all proud.

**A little message from me:**

*“Allah doesn’t burden a soul beyond that it can bear....”* (QS. Al-Baqarah: 286)

*“For Indeed, with hardship [will be] ease. Indeed, with hardship [will be] ease.”*

(QS. Ash-Sharh: 5-6)

**So, to whoever are struggling right now, it’s okay, it’ll pass.**

**Just try your very best!**

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, rahmat, nikmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Kadar Trigliserida dengan Kadar HbA1c Pada Penderita Diabetes melitus Tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung Bulan Januari-Desember 2023”. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan, masukan, bantuan, dorongan kritik serta saran dari banyak pihak. Penulis dengan ini ingin menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. dr. Evi Kurniawaty, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
3. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO selaku Kepala Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
4. dr. Putu Ristyning Ayu Sangging, M.Kes., Sp.PK(K). selaku Pembimbing Utama, yang selalu sabar dan bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing skripsi, mengarahkan dan memberikan kritik, saran, serta nasihat dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu dan arahan yang telah diberikan dalam proses penyusunan skripsi ini, serta selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
5. dr. Giska Tri Putri, M.Ling. selaku Pembimbing Kedua, yang selalu sabar dan bersedia meluangkan waktunya dalam membimbing skripsi, mengarahkan dan memberikan kritik, saran, serta nasihat dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu dan arahan yang telah diberikan dalam



proses penyusunan skripsi ini, serta selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

6. Dr. dr. Reni Zuraida, M.Si., Sp.KKLP. selaku Penguji Skripsi, atas kesediaannya dalam meluangkan waktu untuk membahas, memberi kritik, saran, serta nasihat dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu dan arahan yang telah diberikan dalam proses penyusunan skripsi ini, serta selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
7. Dr. dr. Ety Apriliana, M.Biomed. selaku Pembimbing Akademik. Terima kasih telah membimbing sebaik-baiknya, memberi arahan, motivasi dan nasihat terhadap Penulis selama menjadi Mahasiswa di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.
8. Seluruh Dosen Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
9. Seluruh staf dan civitas akademik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang telah membantu proses penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh staf RSUD Dr. H. Abdul Moeloek yang telah membantu proses pengumpulan data selama penelitian berlangsung.
11. Kedua orang tua tercinta, Ayah Yozi Rizal, S.H dan Bunda Evy Susilawati S.E terima kasih atas seluruh perhatian, nasihat, dan dukungan yang selalu diberikan. Terima kasih karena telah menjadi kekuatan dan orang yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih atas didikan dan doa yang selalu diberikan hingga penulis dapat berada di titik ini. Terima kasih untuk seluruh pengorbanan dan pengertian yang telah diberikan. Terima kasih karena tidak pernah memberikan tuntutan kepada penulis, semoga penulis dapat membalas seluruh jasa yang telah diberikan.
12. Kakak tercinta, Vrenanda Bella Yozevi, terima kasih karena telah menjadi sosok kakak terbaik bagi penulis. Terima kasih karena selalu memberikan dukungan, nasihat, dan saran terhadap penulis. Terima kasih karena telah menjadi kekuatan dan orang yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih karena selalu ada dan siap 24/7 untuk penulis, serta telah menjadi tempat

berbagi dalam hal dan kondisi apapun. Terima kasih karena telah menjadi tempat pertama penulis untuk berbagi cerita sedih ataupun bahagia.

13. Kedua adik tercinta, MVY. Dzakynov dan AY. Damas Raya, terima kasih karena telah menjadi adik-adik tergemes, terbaik, dan ternurut untuk penulis. Terima kasih karena telah menjadi kekuatan dan orang yang sangat berarti bagi penulis. Terima kasih karena selalu menjadi penyemangat bagi penulis.
14. Seluruh keluarga besar CR Fam dan CA Fam yang tidak bisa disebutkan satu-satu atas dukungan dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis.
15. Sahabat-sahabat sejak sekolah dasar Nahra, Raissa, dan Regita, terima kasih karena selalu mendukung penulis sejak awal bertemu hingga sekarang, terima kasih untuk semua kenangan yang telah diberikan semoga kita akan terus bersama dan saling mendukung kedepannya, *and also thanks for never giving up on me and always try to keep in contact.*
16. Sahabat-sahabat sejak SMA, ESOL tercinta. Terima kasih kepada Demar, Ninda, Reina, Syifa, Nadiya, Dije, Hans, Jonathan, Path, Rocky, dan Viko atas semua dukungan yang telah diberikan. Terima kasih karena selalu memahami dan menemani penulis dalam keadaan apapun. Terima kasih untuk semua kenangan yang telah diberikan semoga kita akan terus bersama dan saling mendukung.
17. Sahabat-sahabat sejak masa perkuliahan, KESEBELASAN tercinta. Terima kasih kepada Almaina, Angelica, Aulia, Brigitta, Genta, Lintang, Mafada, Nabilla, Nadhia, dan Nahrassyiah karena telah menjadi tempat yang nyaman bagi penulis untuk bercanda tawa, bercerita, meminta bantuan dan saran, serta menjadi tempat berbagi kenangan selama penulis berada di Fakultas Kedokteran Unila. Semoga kedepannya kita akan terus saling mendukung dan berkembang bersama menjadi pribadi yang lebih baik.
18. LCORP CIMSA FK Unila 2022-2023, KLEPON. Terima kasih kepada Alya, Lyvia, Nahra, dan Reisyah atas kerja sama, dukungan, dan canda tawa yang telah diberikan selama penulis menjadi pengurus organisasi hingga sekarang, semoga kita akan terus saling mendukung satu sama lain.

19. Teman seperbimbingan skripsi. Terima kasih kepada Melni (partner tanggal selalu sama), Rismet (partner PJ Blok PG), dan Sheilla (partner selalu sekelompok) atas kerja sama, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi dan selama masa perkuliahan.
20. DPA 5 DIGITI, terima kasih karena telah menjadi keluarga pertama yang menerima dan membantu penulis saat pertama kali penulis berada di Fakultas Kedokteran Unila.
21. Teman-teman angkatan 2020, T20MBOSIT Fakultas Kedokteran Universitas Lampung karena telah menemani dan menjadi teman seperjuangan selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Bandar Lampung, Januari 2024  
Penulis,

**Zheva Aprillia Yozevi**

## ABSTRACT

### THE CORRELATION BETWEEN BODY MASS INDEX (BMI) AND TRIGLYCERIDE LEVELS WITH HbA1c LEVELS IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS PATIENTS AT GENERAL HOSPITAL DR. H. ABDUL MOELOEK BANDAR LAMPUNG JANUARY-DECEMBER 2023

By

ZHEVA APRILLIA YOZEVI

**Background** Diabetes mellitus (DM) is a progressive group of metabolic diseases characterized by typical symptoms of hyperglycaemia and also has the potential to affect the body's metabolism of fats and proteins, such as an increase in triglyceride levels due to triglyceride lipolysis, leading to various complications. The risk factors for the occurrence of DM are multifactorial, and one of them is obesity (BMI > 25). Bandar Lampung is ranked third, after East Lampung and Central Lampung, as the city with the highest number of diagnosed DM cases based on doctor's diagnoses in Lampung Province.

**Methods:** This study was a Cross-Sectional design that used Pearson Chi-Square and Fisher Exact as a statistical methods. Total sampling technique was utilized, and the study sample consisted of 57 patients.

**Result:** The research findings revealed a significant relationship between body mass index (BMI) and HbA1c levels ( $p = 0,007$ ). However, no significant relationship was found between triglyceride levels and HbA1c levels ( $p = 0,504$ ).

**Conclusion:** There is a significant relationship between body mass index (BMI) and HbA1c levels, and no significant relationship was found between triglyceride levels and HbA1c levels in type 2 DM patients at RSUD Dr. H. Abdul Moeloek, Bandar Lampung in 2023.

**Keywords:** Body mass index (BMI), diabetes mellitus, HbA1c, and triglyceride.



## ABSTRAK

### HUBUNGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) DAN KADAR TRIGLISERIDA DENGAN KADAR HbA1C PADA PENDERITA DIABETES MELITUS TIPE 2 DI RSUD DR. H. ABDUL MOELOEK BANDAR LAMPUNG BULAN JANUARI-DESEMBER 2023

Oleh

ZHEVA APRILLIA YOZEVI

**Latar Belakang:** Diabetes melitus (DM) adalah suatu kelompok penyakit metabolik yang bersifat progresif dengan gejala khas berupa hiperglikemia dan dapat mempengaruhi metabolisme lemak dan protein pada tubuh, seperti peningkatan kadar trigliserida akibat terjadinya peningkatan lipolisis trigliserida yang kemudian dapat mengakibatkan terjadinya berbagai komplikasi. Faktor risiko penyebab terjadinya DM bersifat multifaktoral dan salah satunya adalah kegemukan (IMT > 25). Kota Bandar Lampung berada pada urutan ke-3 setelah Lampung Timur dan Lampung Tengah sebagai kota dengan penderita DM berdasarkan diagnosis dokter terbanyak di Provinsi Lampung.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian *Cross Sectional* dengan menggunakan uji statistik *Pearson Chi-Square* dan *Fisher Exact*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *total sampling*. Sampel penelitian berjumlah 57 orang pasien.

**Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c ( $p = 0,007$ ). Namun, tidak ditemukan adanya hubungan yang signifikan antara kadar trigliserida dengan kadar HbA1c ( $p \text{ value} = 0,504$ ).

**Simpulan:** Terdapat hubungan yang signifikan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c dan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar trigliserida dan kadar HbA1c pada pasien DM tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung Tahun 2023.

**Kata Kunci:** Diabetes melitus, HbA1c, Indeks massa tubuh (IMT), dan trigliserida.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.3.1 Tujuan Umum .....	4
1.3.2 Tujuan Khusus .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.4.1 Bagi Peneliti .....	5
1.4.2 Bagi Masyarakat.....	5
1.4.3 Bagi Ilmu Pengetahuan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Diabetes melitus .....	7
2.1.1 Definisi .....	7
2.1.2 Klasifikasi Diabetes melitus .....	7
2.1 Diabetes melitus Tipe 2.....	9
2.2.1 Definisi .....	9
2.2.2 Faktor Risiko .....	9
2.2.3 Tanda dan Gejala .....	10
2.2.4 Patofisiologi .....	11
2.2.5 Diagnosis .....	13
2.2.6 Tatalaksana .....	17
2.2.7 Komplikasi.....	21
2.3 Indeks Massa Tubuh (IMT) .....	22
2.3.1 Definisi .....	22
2.3.2 Klasifikasi IMT.....	22
2.3.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi.....	23
2.4 Lipid .....	25
2.5 Trigliserida .....	29
2.5.1 Definisi .....	29

2.5.2 Struktur Kimia Trigliserida .....	29
2.5.3 Fungsi Trigliserida .....	30
2.5.4 Klasifikasi Trigliserida.....	30
2.5.5 Faktor-faktor yang Memengaruhi Trigliserida.....	31
2.6 HbA1c .....	32
2.6.1 Definisi .....	32
2.6.2 Nilai Rujukan.....	33
2.6.3 Manfaat dan Keuntungan.....	34
2.6.4 Faktor-Faktor yang Memengaruhi.....	35
2.7 Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Kadar HbA1c.....	37
2.8 Hubungan Kadar Trigliserida dan Kadar HbA1c.....	38
2.9 Kerangka Teori.....	40
2.10 Kerangka Konsep .....	41
2.11 Hipotesis.....	41
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>42</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	42
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	42
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	42
3.3.1 Populasi Penelitian .....	42
3.3.2 Sampel Penelitian.....	43
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	43
3.4 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi .....	43
3.4.1 Kriteria Inklusi .....	43
3.4.2 Kriteria Eksklusi.....	44
3.5 Variabel Penelitian .....	44
3.5.1 Variabel Independen .....	44
3.5.2 Variabel Dependen.....	44
3.6 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	45
3.7 Metode Pengumpulan Data.....	45
3.7.1 Jenis Pengumpulan Data .....	45
3.7.2 Instrumen Penelitian .....	46
3.8 Pengelolaan dan Analisis Data.....	46
3.8.1 Pengelolaan Data .....	46
3.8.2 Analisis Data.....	46
3.9 Prosedur Penelitian.....	48
3.10 Etika Penelitian .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>50</b>
4.1 Gambaran Umum Penelitian .....	50

4.2 Hasil Penelitian .....	50
4.2.1 Karakteristik Sampel .....	50
4.2.2 Analisis Univariat .....	51
4.2.3 Analisis Bivariat .....	52
4.3 Pembahasan .....	54
4.3.1 Analisis Univariat .....	54
4.3.2 Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Kadar HbA1c ....	57
4.3.3 Hubungan antara Kadar Trigliserida dan Kadar HbA1c .....	59
4.4 Keterbatasan Penelitian .....	61
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 Simpulan .....	63
5.2 Saran.....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>74</b>



**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
2.1 Klasifikasi IMT Berdasarkan Peraturan WHO dan Asia-Pasifik.....	23
2.2 Klasifikasi IMT Berdasarkan Kemenkes. ....	23
2.3 Klasifikasi Kadar Trigliserida. ....	31
2.4 Nilai Rujukan HbA1c dan Interpretasi.....	34
3.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	45
4.1 Distribusi Frekuensi Sampel Berdasarkan Karakteristik Sampel. ....	50
4.2 Distribusi Frekuensi Sampel Berdasarkan Variabel Penelitian. ....	51
4.3 Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar HbA1c.....	52
4.4 Hubungan Kadar Trigliserida dengan Kadar HbA1c.....	53

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
2.1 Reaksi Pembentukan Lemak Sederhana Triglicerida.....	30
2.2 Proses Pembentukan HbA1c. ....	33
2.3 Kerangka Teori.....	40
2.4 Kerangka Konsep.....	41
3.1 Prosedur Penelitian.....	48

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Surat Persetujuan Etik Fakultas Kedokteran Universitas Lampung .....	75
2. Surat Persetujuan Etik RSUD Dr. H. Abdul Moeloek .....	76
3. Surat Izin Penelitian RSUD Dr. H. Abdul Moloek .....	77
4. Dokumentasi Kegiatan .....	78
5. Output Analisis Univariat .....	79
6. Output Analisis Bivariat.....	81

**DAFTAR SINGKATAN**

1. ADA	: <i>American Diabetes Association</i>
2. BB	: Berat Badan
3. BBI	: Berat Badan Ideal
4. BMI	: <i>Body Mass Index</i>
5. BPAC	: <i>Best Practice Advocacy Centre New Zealand</i>
6. CDC	: <i>Center for Disease Control</i>
7. DM	: Diabetes melitus
8. GDPT	: Gula Darah Puasa Terganggu
9. GLP	: <i>Glucagon Like Peptide</i>
10. HbA1c	: Hemoglobin Glikat
11. HDL	: <i>High Density Lipoprotein</i>
12. IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
13. IMT	: Indeks Massa Tubuh
14. IPAQ	: <i>International Physical Activity Questionnaire</i>
15. KEMENKES	: Kementerian Kesehatan
16. LDL	: <i>Low Density Lipoprotein</i>
17. NCEP	: <i>National Cholesterol Education Program</i>
18. NGSP	: <i>National Glycohemoglobin Standardization</i>
19. PAHO	: <i>Pan American Health Organization</i>
20. PERKENI	: Perkumpulan Endokrinologi Indonesia
21. PTM	: Penyakit Tidak Menular
22. RISKESDAS	: Riset Kesehatan Dasar
23. ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
24. TB	: Tinggi Badan
25. TGT	: Toleransi Glukosa Terganggu
26. TNW	: Terapi Nutrisi Medis
27. TTGO	: Tes Toleransi Glukosa Oral
28. VLDL	: <i>Very Low-Density Lipoprotein</i>
29. WHO	: <i>World Health Organization</i>



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sekitar 41 juta orang meninggal dunia akibat penyakit tidak menular (PTM) atau setara dengan 74% dari total kematian yang terjadi di dunia tiap tahunnya (WHO, 2022). Diabetes melitus (DM) merupakan salah satu dari empat prioritas PTM yang berkontribusi besar dalam angka kematian yang terjadi di dunia tiap tahunnya, yang terdiri dari: penyakit kardiovaskuler sebanyak 17,9 juta orang; penyakit kanker sebanyak 9,3 juta orang; penyakit pernapasan sebanyak 4,1 juta orang; dan DM sebanyak 2 juta orang setiap tahunnya (Kemenkes, 2019; WHO, 2022).

Diabetes melitus (DM) atau yang dikenal dengan istilah kencing manis adalah suatu kelompok penyakit metabolik dengan gejala khas berupa adanya peningkatan glukosa darah di atas batas normal yang disertai dengan adanya kelainan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein. Peningkatan dapat disebabkan oleh adanya gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya (WHO, 2016; ADA, 2020).

*International Diabetes Federation (IDF)* mengatakan bahwa jumlah penderita DM di seluruh dunia mengalami peningkatan, dimana jumlah pengidap DM pada tahun 1980 adalah sebanyak 108 juta orang, kemudian meningkat menjadi 151 juta orang pada tahun 2000 dan meningkat kembali menjadi 415 juta orang pada tahun 2014 (IDF, 2021). Berdasarkan *World Health Organization (WHO)* (2023), dikatakan bahwa di antara tahun 2000 dan 2019 terdapat peningkatan angka kematian berdasarkan usia yang disebabkan oleh DM sebanyak 3%. IDF mengatakan bahwa hingga sekarang diestimasikan sekitar 451 juta orang dewasa di dunia merupakan penderita DM dan angka ini diperkirakan akan terus mengalami peningkatan hingga mencapai 578 juta orang pada tahun 2030

dan 693 juta orang pada tahun 2045, jika tidak ditemukan metode yang efektif untuk mencegah kejadian DM (Cho *et al.*, 2018; Kemenkes, 2020).

Di Indonesia sendiri, WHO telah memprediksikan bahwa akan terdapat peningkatan jumlah penderita DM dari 8,4 juta orang pada tahun 2000 menjadi sekitar 21,3 juta orang pada tahun 2030. Berdasarkan data dari IDF, dikatakan bahwa Indonesia menduduki peringkat pertama di Asia Tenggara dan peringkat ke-7 dari 10 negara dengan jumlah penderita DM terbanyak dunia, yaitu sebesar 10,7 juta jiwa (Kemenkes, 2020). Berdasarkan data dari Riskesdas (2019), dikatakan bahwa pada tahun 2013-2018 hampir seluruh provinsi di Indonesia mengalami adanya peningkatan prevalensi penderita DM, dengan kasus terbanyak terjadi di ibu kota, yaitu DKI Jakarta. Pada Provinsi Lampung terdapat angka kejadian sebanyak 22.345 kasus atau sebesar 1,37% dari total keseluruhan kasus di Indonesia dimana sebanyak 0,82% kasus berada di wilayah pedesaan (Riskesdas, 2019). Berdasarkan data dari Riskesdas (2019), dikatakan bahwa Kota Bandar Lampung berada pada urutan ke-3 setelah Lampung Timur dan Lampung Tengah sebagai kota dengan penderita DM berdasarkan diagnosis dokter terbanyak di Provinsi Lampung.

Berdasarkan Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) (2021), DM dapat diklasifikasikan menjadi DM tipe 1, DM tipe 2, DM gestasional, dan DM jenis lainnya. Jenis DM yang paling banyak terjadi adalah DM tipe 2 yaitu sekitar 90% dari total penderita DM (PAHO, 2022). Terdapat sekitar 45% kasus penderita DM yang tidak terdiagnosis dan kebanyakan kasus tersebut diakibatkan oleh DM tipe 2. Hal ini dikarenakan gejala penyakit yang jarang muncul sehingga sering tidak terdiagnosis untuk beberapa tahun pertama, umumnya sampai komplikasi telah muncul (WHO, 2016; IDF, 2021). Sekitar 2/3 orang penderita DM di Indonesia tidak menyadari bahwa dirinya telah menderita DM. Hal ini menyebabkan kebanyakan penderita DM berpotensi untuk memeriksakan diri ke pelayanan kesehatan dalam kondisi terlambat atau sudah dengan komplikasi (Kemenkes, 2016).

Peningkatan angka DM tipe 2 diakibatkan oleh adanya penyakit multifaktor, terkait genetik, faktor perilaku, dan faktor lingkungan. Salah satu faktor risiko dari DM adalah obesitas atau orang dengan indeks massa tubuh (IMT)  $> 27$ . Berdasarkan data Riskesdas (2019), dikatakan bahwa peningkatan prevalensi DM pada tahun 2013 sampai dengan 2018 juga diikuti dengan peningkatan prevalensi obesitas. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Boye *et al.* (2021), yang menyatakan bahwa peningkatan IMT memiliki hubungan dengan kadar HbA1c yang tinggi. Hal ini dibuktikan pada penelitian Saputra *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa antara IMT dan kadar HbA1c terdapat hubungan yang signifikan. Begitu pula dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Adnan *et al.* (2013), bahwa antara IMT dengan kadar gula darah terdapat hubungan yang berbanding lurus, dimana semakin tinggi nilai IMT, semakin tinggi pula kadar gula darahnya.

Beberapa penelitian lainnya menunjukkan sebaliknya, dikatakan bahwa tidak ditemukan adanya hubungan antara IMT dan kadar HbA1c pada pasien yang baru terdiagnosis DM tipe 2 (Bag *et al.*, 2023). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Budiamal *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa tidak ditemukan adanya hubungan yang signifikan antara gula darah puasa dan HbA1c terhadap indeks massa tubuh pada penderita DM tipe 2.

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit yang bersifat progresif yang dapat mengakibatkan terjadinya komplikasi dan cenderung melibatkan metabolisme lemak dan protein (Qatrunnada *et al.*, 2022). Dalam keadaan normal tubuh menggunakan glukosa sebagai cadangan energi, tetapi pada keadaan resistensi insulin kelebihan glukosa dalam darah pada saat fase lanjut akan disimpan dalam bentuk lemak. Hal ini disebabkan oleh terjadinya aktivasi hormon sensitif lipase yang ada pada jaringan adiposa, sehingga memicu terjadinya peningkatan lipolisis trigliserida pada tubuh. Peningkatan ini menyebabkan asam lemak bebas berlebih, yang kemudian sebagiannya digunakan oleh tubuh sebagai sumber energi dan sisanya digunakan untuk membentuk kembali

trigliserida di hati (Ozougwu *et al.*, 2013). Kadar trigliserida berlebih pada tubuh menyebabkan terjadinya peningkatan risiko komplikasi, terutama penyakit kardiovaskuler seperti penyakit jantung koroner akibat terpicunya pembentukan trombosis plak pada pembuluh darah penderita DM Tipe 2 (Ghani *et al.*, 2016). Selain itu, secara patofisiologi hubungan antara keduanya bersifat timbal balik, apabila seseorang mengalami dislipidemia, yang dimana salah satunya adalah peningkatan kadar trigliserida, kedepannya juga dapat memberikan efek resistensi insulin yang di kemudian hari dapat menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme glukosa sehingga dapat terdiagnosis DM tipe 2 (Hidayatullah *et al.*, 2022).

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas peneliti memiliki ketertarikan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah terdapat hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita iabetes melitus tipe 2 di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Tujuan umum dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.



### **1.3.2 Tujuan Khusus**

Tujuan khusus dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui indeks massa tubuh (IMT) yang dimiliki oleh penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.
2. Mengetahui kadar trigliserida yang dimiliki oleh penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.
3. Mengetahui kadar HbA1c yang dimiliki oleh penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.
4. Menganalisis hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.
5. Menganalisis hubungan antara kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Bagi Peneliti**

1. Meningkatkan kemampuan peneliti dalam menulis dan mempublikasikan suatu karya ilmiah.
2. Meningkatkan wawasan peneliti tentang hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida terhadap kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2.

### **1.4.2 Bagi Masyarakat**

1. Menambah pengetahuan masyarakat terkait faktor risiko dan pencegahan peningkatan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga pola hidup sehat dan pentingnya mempertahankan berat badan ideal untuk mencegah terjadinya Diabetes melitus tipe 2.

### **1.4.3 Bagi Ilmu Pengetahuan**

1. Penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai sumber baca dan masukan dalam pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai bahan pustaka atau pembandingan pada penelitian berikutnya.
3. Penelitian yang dilakukan dapat digunakan sebagai informasi tambahan mengenai hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida terhadap kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Diabetes melitus**

##### **2.1.1 Definisi**

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit kronis yang diakibatkan oleh adanya kelainan metabolik dengan tanda berupa peningkatan kadar gula darah melebihi batas normal dan kelainan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein akibat dari adanya kelainan pada sekresi insulin, kerja insulin, ataupun keduanya (WHO, 2016).

Sedangkan menurut *American Diabetes Association* (ADA) (2020), Diabetes melitus diartikan sebagai kelompok penyakit metabolik yang ditandai dengan terjadinya peningkatan glukosa darah di atas batas normal. Hiperglikemia yang terjadi dapat disebabkan oleh adanya kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya (ADA, 2020).

##### **2.1.2 Klasifikasi Diabetes melitus**

Berdasarkan Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) (2021) klasifikasi Diabetes melitus berdasarkan etiologinya adalah sebagai berikut:

- a. Diabetes melitus (DM) tipe 1 (atau sebelumnya dikenal dengan *insulin-dependent, juvenile, atau childhood-onset diabetes*) adalah jenis Diabetes melitus yang ditandai dengan adanya kekurangan insulin di dalam tubuh yang disebabkan oleh kerusakan atau destruksi sel beta di pankreas dan terjadi secara absolut (Putri, 2020; WHO, 2016). Penderita diabetes tipe ini membutuhkan penggunaan insulin tiap harinya untuk meregulasi jumlah gula darah yang ada di dalam tubuhnya (WHO, 2016). Kerusakan sel beta dapat disebabkan

oleh berbagai hal diantaranya adalah autoimun dan idiopatik, yang tidak bisa dicegah (Putri, 2020). Gejala dari Diabetes melitus tipe ini adalah pengeluaran urine yang berlebih, rasa lapar dan haus berlebih, penurunan berat badan, penglihatan berkurang dan kelemahan (WHO, 2016).

- b. Diabetes melitus (DM) tipe 2 (atau sebelumnya dikenal dengan *non-insulin-dependent* atau *adult-onset diabetes*) adalah penyakit gangguan metabolik berupa insensitivitas sel terhadap insulin yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa dalam darah akibat penurunan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dan atau gangguan fungsi insulin (resistensi insulin) (Fatimah, 2015).
- c. Diabetes melitus (DM) gestasional adalah diabetes yang hanya muncul pada saat hamil, umumnya terjadi pada trimester kedua atau ketiga masa kehamilan (PERKENI, 2015). Hal ini terjadi karena pada ibu hamil terjadi pembentukan beberapa hormon yang dapat mengganggu kerja insulin (resistensi insulin) (Tandra, 2018). Pada keadaan ini kadar glukosa darah berada di atas batas normal, tetapi masih berada di bawah kadar penderita Diabetes melitus (WHO, 2016).
- d. Diabetes melitus (DM) tipe lain yang memiliki penyebab yang bervariasi. DM tipe ini dapat disebabkan oleh adanya kelainan spesifik seperti kelainan genetik pada sel beta, endokrinopati pankreas (*cushing's syndrome* dan akromegali), penggunaan obat yang mempengaruhi fungsi sel beta (dilantin), penggunaan obat yang mengganggu kerja insulin (b-adrenergik) dan infeksi atau sindrom genetik (*Down's, Klinefelter's*) (Kardika *et al.*, 2013).

Diabetes melitus tipe 1 dan tipe 2 adalah jenis penyakit yang bersifat heterogen dikarenakan tanda, gejala, dan perjalanan penyakit yang berbeda-beda. Penentuan diagnosis sangat penting dalam menentukan tatalaksana yang harus diberikan. Namun, terdapat beberapa individu

yang tidak dapat diklasifikasikan secara pasti apakah dia menderita DM tipe 1 atau DM tipe 2 pada saat diagnosis ditegakkan (Kemenkes, 2020).

Paradigma lama yang menyatakan bahwa diabetes tipe 1 hanya terjadi pada anak-anak dan diabetes tipe 2 yang hanya terjadi pada orang dewasa sudah tidak lagi dipergunakan hal ini dikarenakan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa kedua tipe tersebut dapat terjadi pada semua usia (Kemenkes, 2020).

## **2.1 Diabetes melitus Tipe 2**

### **2.2.1 Definisi**

Diabetes melitus tipe 2 (sebelumnya dikenal dengan *non-insulin-dependent* atau *adult-onset diabetes*) adalah jenis Diabetes melitus yang disebabkan oleh adanya penurunan sekresi insulin oleh kelenjar pankreas sehingga terjadi resistensi insulin (Kemenkes, 2020). Namun, Diabetes melitus tipe 2 memiliki penyebab yang bervariasi, mulai yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin (PERKENI, 2021). Gejala DM tipe 2 hampir sama dengan DM tipe 1, tetapi jarang muncul sehingga sering tidak terdiagnosis untuk beberapa tahun, umumnya hingga komplikasi telah muncul (WHO, 2016).

### **2.2.2 Faktor Risiko**

Menurut Kemenkes (2020), faktor risiko Diabetes melitus tipe 2 dapat dikelompokkan menjadi 2 yaitu faktor yang dapat dimodifikasi dan faktor yang tidak dapat dimodifikasi. Faktor risiko yang dapat dimodifikasi umumnya dipengaruhi oleh perilaku hidup yang kurang sehat, seperti berat badan yang berlebih, obesitas abdominal/sentral, merokok, diet yang tidak sehat dan tidak seimbang (tinggi kalori), kurang melakukan aktivitas fisik, serta riwayat penyakit seperti hipertensi, dislipidemia, kondisi prediabetes yang ditandai dengan toleransi glukosa

terganggu (TGT 140-199 mg/dl) atau gula darah puasa terganggu (GDPT <140 mg/dl). Sedangkan faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi terdiri dari jenis kelamin, ras, etnik, usia, riwayat keluarga dengan Diabetes melitus, riwayat melahirkan bayi dengan berat badan > 4000 gram, dan riwayat lahir dengan berat badan lahir rendah (BBLR atau < 2500 gram) (Kemenkes, 2020).

### 2.2.3 Tanda dan Gejala

Umumnya gejala klasik yang timbul pada penderita Diabetes melitus antara lain adalah polidipsia (sering haus), poliuria (sering buang air kecil), dan polifagia (banyak makan/mudah lapar), penurunan berat badan secara drastis yang tidak diketahui penyebabnya. Gejala lainnya yang dapat timbul adalah badan lemah, kesemutan, gatal-gatal, mata buram, dan disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulva pada wanita (PERKENI, 2021).

Menurut Askandar (2013), gejala diabetes dapat diklasifikasikan menjadi dua gejala, yaitu gejala akut dan gejala kronik.

#### 1. Gejala Akut

Gejala akut adalah gejala yang paling umum terjadi pada mayoritas penderita DM, tetapi masing-masing penderita memiliki porsi yang berbeda. Terdapat pula penderita yang tidak menunjukkan gejala ini. Gejala akut dapat dikelompokkan menjadi beberapa fase, yaitu:

- a. Fase awal yang diawali dengan timbulnya gejala klasik atau yang dikenal dengan gejala 3P-serba-banyak yaitu banyak minum (polidipsia), banyak kencing (poliuria), dan banyak makan (polifagia), serta berat badan yang terus bertambah (PERKENI, 2021).
- b. Fase selanjutnya terjadi apabila fase awal tidak ditangani dengan baik. Pada fase ini, penderita tidak lagi mengalami 3P, melainkan hanya 2P, yaitu banyak minum (polidipsia) dan banyak kencing (poliuria). Berbeda dengan fase awal pada fase

ini terjadi penurunan berat badan yang terjadi secara cepat yaitu hanya dalam kurun waktu 2-4 minggu, tubuh yang mudah lelah, rasa mual, dan rasa seperti ingin jatuh (Askandar, 2013).

## 2. Gejala Kronik

Gejala kronik adalah gejala yang umumnya muncul setelah beberapa bulan atau beberapa tahun penderita terdiagnosis DM. Hal ini dikarenakan penderita cenderung baru menyadari dirinya menderita DM setelah timbul gejala. Beberapa gejala yang termasuk dalam kategori ini diantaranya adalah sering kesemutan, kulit terasa panas atau rasa seperti tertusuk jarum, mudah kelelahan, mudah ngantuk, kulit terasa tebal, kram, pandangan mata kabur, gatal-gatal pada area kemaluan, gigi rapuh, kemampuan seksual yang menurun atau impoten, hingga keguguran yang dialami oleh ibu hamil (Askandar, 2013).

Pada fase awal penderita Diabetes melitus umumnya sering tidak menyadari gejala-gejala yang timbul. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan dalam pengetahuan (Himmah, 2020). Beberapa gejala sering diartikan sebagai respons tubuh yang normal atau respons tubuh yang dianggap tidak berbahaya seperti mudah lelah yang sering kali diartikan sebagai respons tubuh akibat kurang tidur atau peningkatan berat badan yang diartikan hanya sebagai akibat dari makan berlebihan.

### 2.2.4 Patofisiologi

Diabetes melitus tipe 2 merupakan salah satu gangguan metabolisme yang paling sering terjadi (Kemenkes, 2020). Diabetes melitus tipe 2 dapat disebabkan oleh dua faktor utama yaitu gangguan pada sekresi insulin yang diakibatkan oleh rusaknya sel  $\beta$  pankreas (virus, zat kimia, dan obat-obatan lainnya) dan gangguan pada jaringan yang peka terhadap insulin dalam merespons insulin dengan tepat (Hardianto, 2020). Pelepasan dan aktivitas insulin merupakan proses yang penting dalam

sistem keseimbangan glukosa darah. Hal inilah yang mengakibatkan mekanisme molekuler yang terlibat dalam sintesis dan pelepasan insulin dan mekanisme pendeteksiannya diatur dengan ketat oleh tubuh (Garcia *et al*, 2020). Gangguan yang terjadi pada salah satu mekanisme yang terlibat dalam proses ini dapat menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme yang kemudian dapat menyebabkan terjadinya perkembangan dari suatu penyakit (Garcia *et al*, 2020).

Menurut Fatimah (2015), dikatakan bahwa terdapat beberapa keadaan yang berperan dalam patofisiologi Diabetes melitus tipe 2, yaitu:

#### 1. Resistensi Insulin

Resistensi insulin adalah kondisi dimana terjadinya penurunan fungsi insulin dalam menyeimbangkan kadar glukosa darah. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya sensitivitas jaringan sehingga produksi insulin oleh sel  $\beta$  pankreas terjadi secara terus menerus. Hal ini kemudian menyebabkan terjadinya gangguan toleransi glukosa tubuh atau berkurangnya respons sel target (otot, otot jantung, jaringan adiposa, dan hati) terhadap konsentrasi insulin (WHO, 2019).

Insulin yang tidak dapat bekerja secara optimal menyebabkan pankreas dipacu secara terus-menerus untuk menghasilkan insulin yang lebih banyak lagi. Produksi insulin oleh sel beta pankreas yang tidak adekuat menyebabkan terjadinya kenaikan kadar glukosa dalam darah. Hal ini yang kemudian menyebabkan terjadinya hiperglikemia kronik. Beberapa faktor yang ikut berperan dalam patogenesis resistensi insulin di antaranya adalah perubahan pada protein kinase B, mutasi protein *Insulin Receptor Substrate* (IRS), peningkatan fosforilasi serin dari protein IRS, *Phosphatidylinositol 3 Kinase* (PI3 Kinase), protein kinase C, dan mekanisme molekuler dari inhibisi transkripsi gen IR (*Insulin Receptor*) (Decroli, 2019).



## 2. Disfungsi Sel $\beta$ Pankreas

Sebelumnya disfungsi sel  $\beta$  pankreas dihubungkan dengan terjadinya kematian sel  $\beta$ . Namun, berdasarkan penelitian terbaru ditunjukkan bahwa disfungsi sel  $\beta$  pankreas juga disebabkan oleh adanya interaksi jaringan yang kompleks antara lingkungan dan genetik (Philippe *et al.*, 2014).

Kualitas dan jumlah sel beta dalam pankreas dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk proses regenerasi dan kelangsungan hidup sel beta, mekanisme selular sebagai pengatur sel beta, kemampuan adaptasi sel beta, serta kegagalan tubuh dalam mengatasi beban metabolik dan proses apoptosis sel. Pada kondisi normal, sekitar 0,5% sel beta mengalami apoptosis, yang seimbang dengan replikasi dan neogenesis sel beta yang baru. Pada orang dewasa, umumnya sel beta memiliki masa hidup sekitar 60 hari. Namun, seiring bertambahnya usia, jumlah sel beta cenderung berkurang karena proses apoptosis yang melebihi replikasi dan neogenesis. Hal ini menjelaskan mengapa orang tua lebih rentan terhadap diabetes mellitus tipe 2. Pada diabetes tipe 2, sel beta pankreas yang terpapar oleh kadar gula darah yang tinggi akan memproduksi reactive oxygen species (ROS). Peningkatan ROS yang berlebihan kemudian dapat menyebabkan kerusakan pada sel beta pankreas. Hiperglikemia kronis merupakan kondisi yang dapat mengakibatkan penurunan sintesis dan sekresi insulin, serta merusak sel beta secara bertahap (Decroli, 2019).

### 2.2.5 Diagnosis

Pasien dapat dicurigai terkena Diabetes melitus apabila pasien memiliki tanda dan gejala seperti:

- a. Keluhan klasik DM: poliuria, polidipsia, polifagia dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya.
- b. Keluhan lain: lemah badan, kesemutan, gatal, mata kabur, dan disfungsi ereksi pada pria, serta pruritus vulva pada wanita.

Berdasarkan PERKENI (2021), diagnosis Diabetes melitus tipe 2 dapat dilakukan melalui anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan penunjang.

a. Anamnesis

Riwayat penyakit

1. Umur dan karakteristik individu saat diabetes muncul.
2. Kebiasaan makan, kondisi gizi, tingkat aktivitas fisik, dan perubahan berat badan yang telah dialami.
3. Perkembangan dan pertumbuhan pada pasien, baik itu anak-anak atau dewasa muda.
4. Pengalaman pengobatan sebelumnya, termasuk intervensi gizi medis dan edukasi mengenai manajemen diabetes secara mandiri.
5. Terapi saat ini, termasuk obat yang sedang digunakan, rencana diet, dan program olahraga.
6. Riwayat komplikasi akut seperti ketoasidosis diabetik, hiperglikemia hiperosmolar, dan kejadian hipoglikemia.
7. Catatan infeksi yang pernah dialami, terutama infeksi pada kulit, gigi, saluran pernapasan, dan saluran kemih.
8. Gejala dan sejarah perawatan komplikasi kronis yang mungkin timbul pada organ-organ seperti ginjal, mata, jantung dan pembuluh darah, kaki, saluran pencernaan, dan lain-lain.
9. Penggunaan obat lain yang dapat berpotensi memengaruhi kadar glukosa darah.
10. Adanya faktor risiko seperti pola hidup (merokok, aktivitas fisik), riwayat penyakit pribadi (tekanan darah tinggi, penyakit jantung koroner, obesitas), dan riwayat penyakit keluarga (termasuk DM dan penyakit endokrin lain).
11. Riwayat penyakit dan pengobatan yang pernah dilakukan selain DM.
12. Faktor lainnya seperti budaya, psikososial, pendidikan, dan status ekonomi (Kemenkes, 2020).

b. Pemeriksaan Fisik

1. Keadaan umum pasien, seperti: kesadaran, peningkatan pola bicara, dan tanda-tanda vital (pemeriksaan jantung, tekanan darah termasuk pengukuran tekanan darah dalam posisi berdiri untuk mendeteksi potensi hipotensi ortostatik, evaluasi denyut nadi dan detak jantung melalui palpasi dan menggunakan stetoskop, pengamatan suhu tubuh yang cenderung dingin, serta evaluasi frekuensi pernapasan).
2. Pengukuran tinggi dan berat badan.
3. Pemeriksaan *head to toe*, seperti:
  - a. Pemeriksaan mata, umumnya terdapat gangguan penglihatan.
  - b. Pemeriksaan rongga mulut dan kelenjar tiroid.
  - c. Pemeriksaan leher mencakup evaluasi kekakuan pada bagian belakang leher.
  - d. Pemeriksaan dada biasanya melibatkan identifikasi gejala nafas yang singkat, perubahan dalam irama jantung, dan takipnea.
  - e. Pemeriksaan bagian atas tubuh, bagian bawah tubuh, dan sendi terhadap kemungkinan adanya pembengkakan (edema), gangguan koordinasi, dan cara berjalan.
4. Evaluasi menyeluruh pada kaki, termasuk pemeriksaan kelainan vaskular, neuropati, dan deformitas, serta pengukuran *ankle-brachial index* (ABI) pada kedua tungkai untuk mendeteksi potensi komplikasi seperti ulkus atau *peripheral arterial disease* (PAD).
5. Pemeriksaan kulit mencakup identifikasi tanda-tanda seperti *acanthosis nigricans*, bekas luka, hiperpigmentasi, *necrobiosis diabetorum*, kulit kering, dan bekas suntikan insulin.
6. Penilaian tingkat aktivitas fisik dilakukan dengan menggunakan kuesioner *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ).

7. Evaluasi juga dilakukan terhadap manifestasi penyakit lain yang mungkin disebabkan oleh diabetes mellitus tipe lain.

(PERKENI, 2021; Raharjo, 2018).

c. Pemeriksaan Penunjang

Diagnosis Diabetes melitus dapat ditegakkan melalui

1. Pemeriksaan kadar gula darah saat puasa dan uji toleransi glukosa oral 2 jam (TTGO).
2. Pemeriksaan kadar glukosa darah.  
Pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan adalah pemeriksaan glukosa secara enzimatik dengan bahan plasma darah vena.
3. Pemeriksaan kadar HbA1c.

Berdasarkan Kemenkes (2020), kriteria diagnosis Diabetes melitus adalah sebagai berikut:

Pemeriksaan glukosa plasma puasa  $\geq 126$  mg/dl. Puasa merupakan keadaan dimana tidak terdapat asupan kalori dalam 8 jam terakhir.

Atau

Pemeriksaan glukosa plasma  $\geq 200$  mg/dL 2-jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram.

Atau

Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu  $\geq 200$  mg/dL dengan keluhan klasik atau krisis hiperglikemia

Atau

Pemeriksaan HbA1c  $\geq 6,5\%$  dengan menggunakan metode yang telah terstandarisasi yaitu *National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP)* dan *Diabetes Control and Complications Trial assay (DCCT)*.

Sedangkan jika hasil pemeriksaan masih belum dapat menegakkan diagnosis atau hasil yang didapatkan tidak memenuhi kriteria normal ataupun kriteria Diabetes melitus akan dikategorikan sebagai kelompok prediabetes yaitu Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) dan Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT). Seseorang dikategorikan sebagai kelompok Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT) apabila hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa didapatkan dalam rentan antara 100 -125 mg/dL dan pemeriksaan TTGO glukosa plasma 2 jam < 140 mg/dL. Sedangkan individu dikatakan Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) apabila hasil pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO berada diantara 140 -199 mg/dL dan glukosa plasma puasa < 100 mg/dL (Kemenkes, 2020).

### **2.2.6 Tatalaksana**

Tatalaksana Diabetes melitus dilakukan dengan tujuan secara umum untuk meningkatkan kualitas hidup penderita (Decroli, 2019). Menurut PERKENI (2021), tujuan penatalaksanaan meliputi:

1. Tujuan jangka pendek yaitu untuk mengatasi gejala dan manifestasi yang dirasakan oleh individu dengan Diabetes melitus, menjaga tingkat kenyamanan, dan menjaga kadar glukosa darah tetap dalam rentang normal (Raditya & Aditya, 2016).
2. Tujuan jangka panjang yaitu untuk mencegah dan memperlambat kemungkinan perkembangan komplikasi pada tingkat besar (makrovaskuler) dan tingkat kecil (mikrovaskuler), serta mengelola neuropati diabetikum (Decroli, 2019).
3. Tujuan akhir dari pengelolaan yaitu untuk mengurangi tingkat keparahan serta angka kematian yang disebabkan oleh Diabetes Melitus (PERKENI, 2021).

Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan pengelolaan komprehensif pasien dengan fokus pada pengendalian glukosa darah, tekanan darah, berat badan, dan profil lipid. Pendekatan ini dilakukan secara holistik, mempertimbangkan gaya hidup yang sehat dan tepat, serta menerapkan

terapi yang disesuaikan dengan kebutuhan pasien. Hal ini mencakup adaptasi antara pengobatan farmakologis dan pendekatan non-farmakologis, dengan mempertimbangkan profil metabolik dan kondisi klinis khusus pada setiap pasien (Decroli, 2019; Widiyanti *et al*, 2021).

Tatalaksana yang dapat diberikan kepada penderita Diabetes melitus tipe 2 salah satunya adalah tatalaksana secara non-farmakologi. Penatalaksanaan DM secara non farmakologis dapat dilakukan dimulai dengan pola hidup yang sehat dengan pemberian edukasi, terapi nutrisi medis, dan latihan fisik (Kemenkes, 2020).

#### 1. Edukasi

Edukasi dilakukan dengan untuk promosi kesehatan, sebagai upaya pencegahan dan pengelolaan Diabetes melitus secara holistik (Widiyanti *et al.*, 2021). Berdasarkan PERKENI (2021), materi edukasi terbagi menjadi tingkat awal dan tingkat lanjutan. Materi edukasi pada tingkat awal dapat diberikan pada pelayanan kesehatan primer dimana materi yang diberikan meliputi:

- a. Perjalanan penyakit DM.
- b. Pentingnya pengendalian dan pemantauan DM secara berkala.
- c. Risiko dan penyulit DM yang mungkin dapat dihadapi kedepannya.
- d. Intervensi farmakologi dan non-farmakologi, target dari terapi yang dilakukan.
- e. Interaksi antara pola makan, aktivitas fisik, serta penggunaan obat antihiperqlikemia oral atau insulin, serta obat-obatan lain yang dikonsumsi.
- f. Metode pemantauan glukosa darah dan pemahaman terhadap hasil pemantauan, atau pemahaman terhadap hasil uji glukosa dalam urine secara mandiri (jika tidak ada alat pemantau glukosa darah mandiri yang tersedia)
- g. Mengetahui gejala hipoglikemia dan tindakan awal yang perlu diambil.

- h. Memahami pentingnya melibatkan diri dalam aktivitas fisik yang teratur.
- i. Menyadari pentingnya perawatan kaki untuk mencegah komplikasi.
- j. Memahami cara memanfaatkan fasilitas perawatan kesehatan dengan efektif.

Sedangkan untuk materi edukasi pada tingkat lanjutan dapat dilakukan di pelayanan kesehatan sekunder dan/atau tersier dimana materi yang diberikan meliputi:

- a. Pengenalan dan pencegahan komplikasi akut Diabetes Melitus.
  - b. Pemahaman mengenai komplikasi kronis Diabetes Melitus.
  - c. Penanganan Diabetes Melitus untuk individu dengan kondisi komorbid.
  - d. Perencanaan kegiatan khusus (contohnya: aktivitas olahraga tingkat tinggi).
  - e. Penanganan kondisi khusus (contohnya: kehamilan, puasa, situasi rawat inap).
  - f. Temuan penelitian dan pengetahuan terkini serta teknologi terkini terkait Diabetes Melitus.
  - g. Perawatan dan pemeliharaan kaki
2. Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Terapi nutrisi medis adalah salah satu bagian penting dalam penatalaksanaan DM secara komprehensif yang dalam pelaksanaannya dibutuhkan adanya keterlibatan secara menyeluruh dari anggota tim (dokter, ahli gizi, petugas kesehatan, termasuk pasien dan keluarga pasien) (PERKENI, 2021). Penderita Diabetes melitus harus diberikan edukasi terkait pola makan yang sehat serta diet yang seimbang seperti saran pola makan untuk masyarakat secara umum mencakup konsumsi makanan seimbang yang sesuai dengan kebutuhan zat gizi dan asupan kalori yang disesuaikan

dengan karakteristik individu masing-masing (WHO, 2020). Selain itu, penderita Diabetes melitus yang memiliki kelebihan berat badan dianjurkan untuk mengurangi berat badan dengan mengurangi jumlah kalori yang dikonsumsi dalam satu harinya (WHO, 2020).

Komposisi kalori yang dibutuhkan dan dianjurkan dalam sehari adalah karbohidrat 45-65%, lemak 20-25%, dan protein 10-20%, menggunakan pemanis tak berkalori (Widiasari *et al.*, 2021). Perhitungan jumlah kalori dengan menghitung jumlah kebutuhan kalori basal yang besarnya 25-30 kal/kgBB ideal. Jumlah kebutuhan tersebut kemudian ditambah atau dikurangi dengan faktor yang mempengaruhi seperti jenis kelamin, umur, aktivitas, berat badan, dan lain-lain (PERKENI, 2021). Berdasarkan Kemenkes (2020), berat badan ideal dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

a. Perhitungan berat badan ideal (BBI) dengan rumus Broca yang dimodifikasi:

1. Berat badan ideal = 90% x (TB dalam cm - 100) x 1 kg
2. Bagi pria dengan tinggi badan di bawah 160 cm dan wanita di bawah 150 cm, rumus dimodifikasi menjadi:

$$\text{Berat badan ideal (BBI)} = (\text{TB dalam cm} - 100) \times 1 \text{ kg}$$

Keterangan:

BB normal : BB ideal  $\pm$  10 %

Kurus : kurang dari BB ideal - 10%

Gemuk : lebih dari BB ideal + 10%

b. Perhitungan berat badan ideal menurut Indeks Massa Tubuh (IMT). Indeks massa tubuh dapat dihitung dengan rumus

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

Keterangan:

IMT: Indeks Massa Tubuh

BB : Berat Badan dalam satuan kilogram

TB : Tinggi Badan dalam satuan meter



### 3. Aktivitas Fisik

Penderita Diabetes melitus (DM) dianjurkan untuk melakukan aktivitas fisik yang dengan intensitas sedang dan bersifat aerobik seperti berenang, jogging, jalan cepat, dan bersepeda santai (Widiasari *et al.*, 2021). Penderita DM disarankan untuk melakukan aktivitas fisik harian untuk kemampuan fisik mereka. Orang dewasa dianjurkan untuk melakukan latihan fisik sekurangnya selama 150 menit kegiatan aerobik dengan intensitas sedang atau intensitas tinggi setiap minggunya (WHO, 2020). Latihan fisik dapat dilakukan selama 30-45 menit per harinya dan dilakukan 3-5 hari dalam seminggu, dengan jeda antar latihan disarankan untuk tidak melebihi 2 hari (Kemenkes, 2020). Sedangkan untuk orang dengan usia muda dan bugar dapat melakukan latihan fisik sebanyak 90 menit/minggu dengan latihan aerobik intensitas berat (PERKENI, 2021).

#### 2.2.7 Komplikasi

Komplikasi yang mungkin terjadi akibat penanganan yang kurang optimal terhadap pasien Diabetes melitus dapat berupa terjadinya gangguan pada pembuluh darah, baik gangguan pembuluh darah besar (makrovaskular) maupun pembuluh darah kecil (mikrovaskular). Komplikasi lainnya yang mungkin dapat terjadi adalah gangguan neuropati atau disfungsi pada sistem saraf (Lestari *et al.*, 2021). Pasien Diabetes melitus tipe 2, baik yang telah lama mengidap penyakit maupun yang baru terdiagnosis, keduanya dapat mengalami komplikasi ini. Gangguan makrovaskular umumnya terjadi pada organ-organ seperti jantung, otak, dan pembuluh darah, sedangkan gangguan mikrovaskular dapat terjadi pada organ mata dan ginjal. Sedangkan untuk gangguan pada sistem saraf atau neuropati juga umum dialami oleh pasien Diabetes melitus, baik neuropati motorik, sensorik, ataupun neuropati otonom (PERKENI, 2021).

## 2.3 Indeks Massa Tubuh (IMT)

### 2.3.1 Definisi

Indeks massa tubuh (IMT) atau *Body Mass Index (BMI)* Merupakan metode pengukuran berat badan yang disesuaikan dengan tinggi badan, dihitung dengan membagi berat badan dalam kilogram oleh kuadrat tinggi badan dalam meter ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) (WHO, 2022).

World Health Organization (2022) mengatakan bahwa perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

IMT : Indeks Massa Tubuh

BB : Berat Badan dalam satuan kilogram

TB : Tinggi Badan dalam satuan meter

Hal ini sesuai dengan pernyataan CDC (2022) bahwa indeks massa tubuh (IMT) adalah suatu cara untuk melakukan skrining kategori berat badan yang memiliki kemungkinan untuk mengarah pada masalah kesehatan, tetapi tidak dapat digunakan untuk mendiagnosis kegemukan tubuh atau kesehatan dari individu tersebut. Pengukuran berat badan yang disesuaikan dengan tinggi badan, dihitung dengan menggunakan rumus berat badan dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan dalam meter ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) (CDC, 2022).

### 2.3.2 Klasifikasi IMT

Berdasarkan pengklasifikasian Asia-Pasifik, indeks massa tubuh seseorang dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu: *underweight* ( $< 18,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), *normal weight* ( $18,5\text{--}22,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), *overweight* ( $23\text{--}24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), dan *obese* ( $\geq 25 \text{ kg}/\text{m}^2$ ). Sedangkan berdasarkan WHO, indeks massa tubuh dapat diklasifikasikan menjadi empat

kategori juga, tetapi terdapat perbedaan dalam rentannya dimana *underweight* ( $< 18,5 \text{ kg/m}^2$ ), *normal weight* ( $18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$ ), *overweight* ( $25\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$ ), dan *obese* ( $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) (dikutip dalam Lim *et al.*, 2017).

**Tabel 2.1** Klasifikasi IMT Berdasarkan Peraturan WHO dan Asia-Pasifik.

Klasifikasi	Asia-Pasifik (IMT)	WHO (IMT)
<i>Underweight</i>	$< 18,5$	$< 18,5$
<i>Normal</i>	$18,5\text{--}22,9$	$18,5\text{--}24,9$
<i>Overweight</i>	$23\text{--}24,9$	$25\text{--}29,9$
<i>Obese</i>	$\geq 25$	$\geq 30$

Sumber: (Lim *et al.*, 2017).

Sedangkan untuk klasifikasi IMT orang Indonesia berdasarkan Kemenkes (2018), dengan batas ambang yang telah dimodifikasi dan disesuaikan berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang adalah:

**Tabel 2.2** Klasifikasi IMT Berdasarkan Kemenkes.

Klasifikasi	IMT	
Kurus	Berat	$< 17$
	Ringan	$17,0\text{--}18,4$
Normal		$18,5\text{--}25$
Gemuk	Ringan	$25,1\text{--}27$
	Berat	$> 27$

Sumber: (Kemenkes, 2018).

### 2.3.3 Faktor-Faktor yang Memengaruhi

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi indeks massa tubuh seseorang diantaranya adalah:

a. Usia

Pertambahan usia akan mempengaruhi pola hidup seseorang, salah satunya adalah kebiasaan untuk berolahraga. Hal ini dikarenakan semakin bertambahnya usia seseorang manusia maka cenderung akan semakin jarang pula dalam melakukan olahraga. Ketika seseorang jarang untuk melakukan olahraga maka akan semakin besar kemungkinan orang tersebut mengalami peningkatan berat badan sehingga akan mempengaruhi IMT (Ramadhani, 2013). Prevalensi

obesitas mengalami peningkatan secara terus-menerus pada usia 20-60 tahun. Namun, setelah usia 60 tahun, angka obesitas mulai menurun (Utami & Setyarini, 2017).

b. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik adalah seluruh gerakan tubuh yang dihasilkan oleh kontraksi dari otot rangka yang membutuhkan adanya energi (WHO, 2020). Diperlukan adanya aktivitas fisik selama kurang lebih 30 menit sebanyak 3 sampai 5 kali dalam seminggu untuk menjaga kesehatan tubuh dengan selang waktu istirahat (Kemenkes, 2020).

Aktivitas fisik yang dilakukan seseorang akan mempengaruhi IMT orang tersebut. Individu yang rutin melakukan aktivitas fisik akan memiliki nilai IMT yang normal. Sedangkan individu yang tidak melakukan aktivitas fisik akan meningkatkan berat badannya yang kemudian akan mempengaruhi nilai IMT menjadi di atas batas normal (Ramadhani, 2013).

c. Etnik

Etnik mempengaruhi IMT seseorang. Hal ini dikarenakan setiap etnik memiliki kebiasaan dan budaya yang berbeda, sehingga dapat mempengaruhi status gizi dari orang tersebut. Etnik Asia umumnya memiliki sistem metabolik yang lebih cepat dibandingkan dengan Etnik Eropa (Ramadhani, 2013; Davis, Juarez, and Hodges, 2013).

d. Distribusi Lemak Tubuh

Ketika terjadi penumpukan lemak dalam tubuh seseorang tentunya akan mempengaruhi berat badan dari orang tersebut sehingga akan berpengaruh pula pada IMT orang tersebut (Nur, 2017).

e. Jenis Kelamin

Pria pada umumnya lebih banyak mengalami kelebihan berat badan atau *overweight* jika dibandingkan dengan wanita. Namun, angka kejadian obesitas pada wanita lebih tinggi dibandingkan dengan pria. Selain itu, terdapat perbedaan pada distribusi lemak antara tubuh pria dan wanita, pria cenderung mengalami obesitas visceral dibandingkan wanita (Utami & Setyarini, 2017; Purnamasari, 2022).

f. Pola Makan

Pola makan merupakan salah satu cara individu untuk menggambarkan berbagai jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi dalam sehari (Adriani & Wijatmadi, 2016). Pola makan dan asupan nutrisi yang tidak sesuai dalam tubuh dapat menyebabkan hal yang kurang baik (Ramadani, 2017). Pola makan memiliki pengaruh terhadap IMT seseorang. Seseorang yang memiliki pola makan berlebih memiliki risiko status gizi obesitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan orang yang pola makannya kurang atau cukup (jenis dan porsi makan) (Putra, 2017).

g. Genetik

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Fitriany dkk. (2018), dikatakan bahwa status gizi dari kedua orang tua akan memengaruhi status gizi anak, dimana orang tua yang memiliki status gizi berlebih cenderung memiliki anak yang memiliki status IMT berlebih, begitu pun sebaliknya.

## 2.4 Lipid

### 2.4.1 Definisi

Lipid atau lemak adalah kelompok makromolekul, dimana molekul penyusunnya berukuran kecil dan memiliki struktur yang sama atau homolog, dengan senyawa yang bervariasi. Variasi senyawa ini dikategorikan sebagai kelompok lipid berdasarkan kemiripan dari sifat

fisiknya, yaitu senyawa organik yang memiliki sifat tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut yang bersifat non polar seperti eter dan kloroform (Huang, 2015; Simamora, 2017).

#### 2.4.2 Fungsi

Lipid merupakan sumber energi utama dan sumber nutrisi yang sangat penting bagi tubuh. Lemak tidak hanya menghasilkan jumlah energi yang signifikan melalui proses pembakarannya, tetapi juga memainkan peran penting dalam melarutkan vitamin yang hanya larut dalam lemak. Selain itu, lemak mengandung asam lemak esensial yang diperlukan oleh tubuh (Huang, 2015; Mamuaja, 2017). Selain itu, lipid juga memiliki fungsi sebagai pelindung organ tubuh, terapi untuk kanker, membentuk sel yang baru, membantu proses apoptosis sel, menjaga suhu tubuh dengan menghasilkan panas dalam tubuh dengan berperan sebagai insulator atau selubung panas yang ada pada jaringan subkutan, dan sebagai sumber asam lemak esensial. (Huang, 2015; Simamora, 2017).

#### 2.4.3 Klasifikasi

Lipid dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu:

##### 1. Lipid Sederhana (*Simple Lipids*)

Lipid sederhana adalah ester yang terbentuk dari asam lemak (sering juga disebut dengan gugus asli) dengan berbagai jenis gugus alkohol.

Lipid sederhana dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- a. Lemak atau *fat* adalah ester asam lemak dengan gliserol.
- b. Minyak atau *oil* adalah lemak yang ada dalam bentuk cair.
- c. Lilin atau *wax* adalah ester asam lemak dengan bentuk alkohol monohidrat yang memiliki berat molekul yang besar.

Lipid sederhana dapat berbentuk monogliserida, digliserida, dan trigliserida (triasilgliserol).

## 2. Lipid Kompleks (*Complex Lipids*)

Lipid kompleks adalah ester yang juga terbentuk dari asam lemak dengan berbagai jenis gugus alkohol, tetapi dengan adanya tambahan kandungan gugus lainnya. Contohnya adalah:

- a. Fosfolipid adalah lipid yang mengandung residu asam fosfat di dalamnya. Molekul ini memiliki kandungan basa nitrogen dan substituen lainnya, seperti gliserofosfolipid yang memiliki gugus alkohol berupa gliserol dan sfingofosfolipid yang memiliki gugus alkohol berupa sfingosin.
- b. Glikolipid atau glikosfingolipid adalah lipid yang mengandung asam lemak, sfingosin, dan karbohidrat.
- c. Lipid kompleks lainnya seperti sulfolipid, aminolipid dan lipoprotein.
- d. Lipid prekursor dan derivat (*Derived Lipids*).

Lipid prekursor merupakan bahan pembentuk dari lipid itu sendiri contohnya adalah asam lemak, gliserol, steroid, aldehid yang berasal dari asam lemak, badan keton, hidrokarbon lipid, vitamin yang terlarut dalam lipid, dan hormon.

## 3. Lipid Netral (*Neutral Lipids*)

Lipid netral adalah lipid yang strukturnya tidak memiliki kandungan muatan di dalamnya, seperti asigliserol, kolesterol, dan ester kolesterol (Simamora, 2017; Kurniawati & Ranowati, 2017; Mamuaja, 2017).

Sedangkan Mamuaja (2017), mengatakan bahwa lipid berdasarkan polaritasnya dibagi menjadi:

1. Lipid non polar, contohnya seperti: alkana dan alkena, lemak alkohol, lilin, sterol, tokoferol dan trigliserida.
2. Lipid polar umumnya memiliki sifat yang dapat larut dalam air dan berperan sebagai penyusun membran, contohnya seperti: fosfolipid, glikolipid, dan proteolipid.

#### 2.4.4 Metabolisme Lipid

Lemak yang kita peroleh sebagai sumber energi utama berasal dari lipid netral, yang dikenal sebagai trigliserida. Setelah melewati tahapan absorpsi, lemak dalam tubuh akan mengalami metabolisme, dan bentuk lemak yang terlibat dalam jalur metabolisme lemak adalah dalam bentuk trigliserida. Trigliserida kemudian akan dipecah menjadi asam lemak dan gliserol dalam proses metabolisme lipid, yang terutama terjadi di hati atau hepar dengan bantuan enzim lipase yang terdapat pada getah usus dan pankreas, dengan pH optimum 7,5 – 8 (Mamuaja, 2017).

Molekul lipid memiliki sifat yang tidak dapat larut dalam air yang artinya lipid juga tidak dapat larut dalam plasma darah. Oleh karena itu, lipid harus berikatan dengan protein agar dapat larut dalam darah dan dapat disalurkan ke dan dari jaringan tubuh untuk menghasilkan energi, yang disebut dengan apoprotein. Senyawa lipid yang berikatan dengan apoprotein disebut dengan lipoprotein. Pada manusia lipoprotein dapat dibedakan 6 jenis, yaitu *high density lipoprotein* (HDL atau  $\alpha$ -lipoprotein) yang berperan sebagai pengangkut kolesterol; *very low density lipoprotein* (VLDL atau pre  $\beta$ -lipoprotein) berperan untuk mengeluarkan trigliserida dan berasal dari hati; *intermediate density lipoprotein* (IDL) yang sebagian besar trigliseridanya sudah dikeluarkan; *low density lipoprotein* (LDL atau  $\beta$ -lipo-protein) yang merupakan tahap akhir dari katabolisme VLDL; kilomikron yang berasal dari penyerapan trigliserida di usus dan lipoprotein a kecil (Jim, 2013; Mamuaja, 2017).

Metabolisme lipoprotein dibagi atas tiga jalur yaitu jalur metabolisme eksogen dan endogen yang berhubungan dengan metabolisme kolesterol-LDL dan trigliserida, serta jalur *reverse cholesterol transport* yang berhubungan dengan metabolisme kolesterol-HDL (Jim, 2013).



## 2.5 Triglicerida

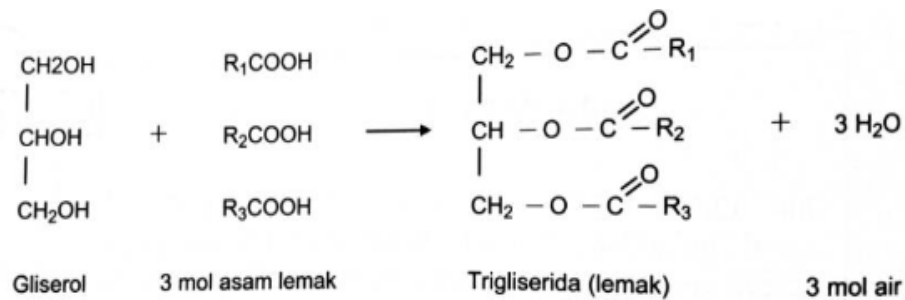
### 2.5.1 Definisi

Triglicerida adalah lipid yang memiliki bentuk paling sederhana dan paling banyak kandungan asam lemak sebagai penyusunnya (Mamuaja, 2017). Triglicerida merupakan lemak utama yang berasal dari makanan manusia dan dibentuk oleh gliserol dan 3 molekul asam lemak yang digunakan sebagai sumber energi dan merupakan tempat penyimpanan lemak di jaringan adiposa (Hidayati, 2017; Huldani *et al.*, 2020). Selain dari makanan yang kita konsumsi, triglicerida juga dapat terbentuk dari lemak alami yang dibentuk oleh hati (Mehta *et al.*, 2017).

Pembentukan utama triglicerida terjadi di hati dan jaringan adiposa melalui jalur gliserol fosfat yang terdapat dalam di dalam plasma yang memiliki kandungan VLDL (Mehta *et al.*, 2017). Proses penyimpanan lipid utamanya terjadi di jaringan adiposa, bentuk lipid ini kemudian akan dilepaskan setelah mengalami hidrolisis oleh enzim lipase yang responsif terhadap hormon, menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol (Miller *et al.*, 2011).

### 2.5.2 Struktur Kimia Triglicerida

Triglicerida merupakan lipid sederhana yang terdiri dari asam lemak yang tersambung dengan *single* gliserol (Kurniawati & Ranowati, 2017). Triglicerida memiliki rumus kimia sebagai berikut  $\text{CH}_2\text{COOR}-\text{CHCOOR}_2-\text{CH}_2-\text{COOR}_3$ , dimana R, R<sub>2</sub>, dan R<sub>3</sub> masing-masing merupakan rantai alkil yang panjang. Panjang rantai asam lemak dalam triglicerida yang terbentuk secara alami dan memiliki sifat yang bervariasi, tetapi ukuran panjang yang paling umum adalah 16, 18, atau 20 atom karbon. Ketiga asam lemak adalah RCOOH, R<sub>2</sub>COOH dan R<sub>3</sub>COOH (Mamuaja, 2017).



**Gambar 2.1** Reaksi Pembentukan Lemak Sederhana Triglisierida.

(Yazid & Nursanti, 2014)

### 2.5.3 Fungsi Triglisierida

Secara umum fungsi lipid (termasuk triglisierida) adalah sebagai sumber energi, pelindung organ tubuh, pembentuk sel, sumber asam lemak esensial, alat angkut vitamin larut lemak, menghemat protein, memberi rasa kenyang dan kelezatan, sebagai pelumas, dan memelihara suhu tubuh (Mamuaja, 2017).

Triglisierida adalah bentuk lemak yang paling efisien untuk menyimpan panas yang penting dalam proses-proses tubuh yang membutuhkan energi. Selain itu, triglisierida juga memiliki fungsi fisik yaitu sebagai pelindung dan juga bantalan dari tulang-tulang dan organ-organ vital lainnya dari kerusakan ataupun guncangan (Mamuaja, 2017). Namun, kadar triglisierida yang tinggi dalam aliran darah pada dapat meningkatkan risiko terjadinya serangan jantung dan stroke (Kurniawati & Ranowati, 2017).

### 2.5.4 Klasifikasi Triglisierida

Berdasarkan *National Cholesterol Education Program* (2001), kadar serum triglisierida dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok. Berikut adalah klasifikasi kadar triglisierida menurut NCEP ATP III adalah:

**Tabel 2.3** Klasifikasi Kadar Trigliserida.

Level (mg/dL)	Level (mmol/L)	Keterangan
< 150	<1,70	Optimal
150-199	1,70 - 2,25	Borderline-tinggi
200-499	2,26 - 5,65	Tinggi
≥500	>5,65	Sangat Tinggi

Sumber: (NCEP ATP III, 2001).

Sasaran pengendalian Diabetes melitus menurut PERKENI (2021), salah satunya adalah dengan menjaga profil lipid pasien dalam batas normal, salah satu pemeriksaan yang digunakan adalah kadar trigliserida. Kadar trigliserida yang baik adalah < 150 mg/d dan kadar trigliserida dianggap tinggi apabila kadar menunjukkan angka  $\geq 150$  mg/dL.

### 2.5.5 Faktor-faktor yang Memengaruhi Trigliserida

Trigliserida merupakan komponen dari *low-density lipoprotein* (LDL), *very-low-density lipoprotein* (VLDL), dan *high-density lipoprotein* (HDL) sehingga apabila terdapat peningkatan jumlah kadarnya makan akan terjadi juga peningkatan kadar trigliserida di dalam darah (Huldani *et al.*, 2020).

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi kadar trigliserida seseorang di antaranya adalah obesitas, merokok, faktor keturunan, konsumsi obat, konsumsi alkohol yang berlebih, peningkatan berat badan, diet tinggi gula atau lemak. dan beberapa riwayat penyakit seperti Diabetes melitus, penyakit ginjal, dan lainnya (Khasanah *et al.*, 2017; Hidayati, 2017). Beberapa faktor lainnya yang dapat memengaruhi yaitu usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, makanan yang berlemak, hipertensi, faktor tidur, penyakit jantung koroner, dan gaya hidup (Setiyawati, 2020).

## 2.6 HbA1c

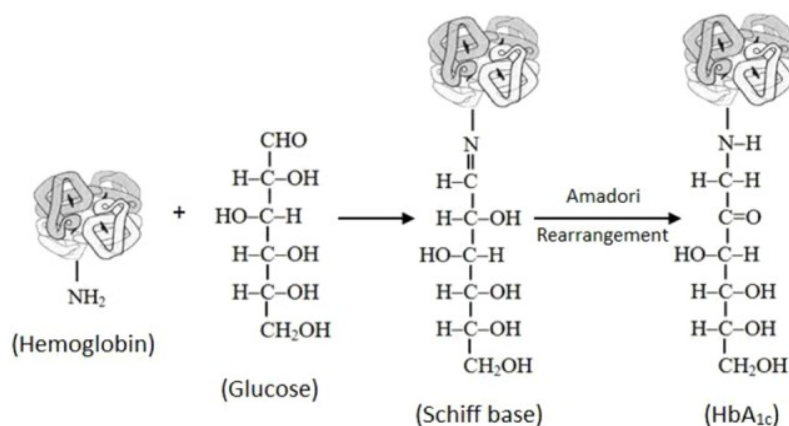
### 2.6.1 Definisi

HbA1c atau *hemoglobin adult 1c* (*glycated hemoglobin, glycosylated hemoglobin*, HbA1c, atau A1c) adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk mengevaluasi kadar glukosa darah terkontrol seseorang (Gilstrap *et al.*, 2019). Pemeriksaan yang dilakukan menunjukkan rata-rata dari kadar gula darah seseorang selama 90 hari atau 3 bulan terakhir dan juga dapat menunjukkan komplikasi yang terjadi akibat kadar gula darah tinggi, seperti Diabetes melitus (Rawal *et al.*, 2016). Hal ini dikarenakan hemoglobin merupakan protein yang hanya dapat ditemukan di sel darah merah, yang memiliki rata-rata batasan waktu hidup selama 3 bulan.

Hemoglobin adalah pigmen pengangkut oksigen yang berasal dari paru-paru menuju ke seluruh sel yang ada di tubuh manusia yang memberikan warna merah pada sel darah merah dan merupakan protein dominan dalam sel darah merah (Sherwani *et al.*, 2016). Komponen utama hemoglobin adalah hemoglobin A (Adult/dewasa), yaitu sekitar 95% dari total komponen hemoglobin. Hemoglobin A (HbA) terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai beta. Komponen minor hemoglobin adalah HbA2 ( $\alpha 2\delta 2$ ) dan HbF ( $\alpha 2\gamma 2$ ), yaitu sekitar 3,5% dari total komponen hemoglobin. Komponen minor lainnya adalah modifikasi post-translasional hemoglobin A yaitu A1a, A1b dan A1c. Hemoglobin A1c merupakan komponen minor paling banyak dari sel darah manusia, normalnya 4% dari total hemoglobin A, yang terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai delta (Wulandari, 2016; Todd *et al.*, 2023).

Hemoglobin pada usia dewasa (HbA) kemudian akan berubah menjadi terglukasi atau dilapisi dengan pelekatan glukosa yang berada pada sirkulasi darah melalui jalur glikasi non-enzimatik. Jumlah glukosa yang ada di dalam darah akan menempel pada protein hemoglobin dan adanya peningkatan kadar glukosa dalam darah ini kemudian akan menyebabkan adanya peningkatan kadar A1c menjadi lebih tinggi yang akan terlihat

pada permukaan protein hemoglobin (Sherwani *et al.*, 2016; Karimah *et al.*, 2018).



**Gambar 2.2** Proses Pembentukan HbA1c.

(Sherwani *et al.*, 2016)

### 2.6.2 Nilai Rujukan

Berdasarkan rekomendasi dari *International Diabetes Federation* (IDF), kadar normal HbA1c pada pasien diabetes adalah di bawah 6,5%. Sedangkan WHO dan ADA mengatakan bahwa kadar HbA1c di atas 6,5% sebagai penderita Diabetes melitus dan kadar HbA1c di antara 5,7% sampai 6,4% sebagai penderita prediabetes (harus dilakukan pemeriksaan ulang) (Rawal *et al.*, 2016).

Penderita diabetes membutuhkan adanya pengecekan kadar HbA1c yang dilakukan secara rutin untuk memastikan bahwa nilai rerata glukosa darah berada dalam batas normal (ADA, 2021). *American Diabetes Association* (ADA) (2021) merekomendasikan bahwa kadar HbA1c harus dilakukan dua kali dalam satu tahun untuk penderita yang stabil dan terkontrol, serta tiap 3 bulan sekali untuk pasien yang mengalami perubahan dalam pengobatannya atau tidak terkontrol.

Berdasarkan PERKENI (2021), nilai rujukan yang digunakan untuk monitoring pasien yang sudah terdiagnosis Diabetes melitus adalah <7% untuk DM terkontrol dan >7% untuk DM tidak terkontrol. Sedangkan

berdasarkan BPAC (2011), untuk monitoring Diabetes melitus dapat dilakukan dengan menggunakan nilai rujukan HbA1c sebagai berikut:

**Tabel 2.4** Nilai Rujukan HbA1c dan Interpretasi.

HbA1c (mmol/mol)	HbA1c (%)	Target Individu dan <i>Outcome</i> Pasien
< 50	< 6,7	Kontrol glikemik luar biasa, jika mengonsumsi insulin terdapat risiko tinggi hipoglikemia
50 - 54	6,7 - 7,1	Kontrol sangat baik, kemungkinan terjadi beberapa risiko hipoglikemia jika menggunakan insulin
55 - 64	7,1 - 8,0	Masih dapat diterima oleh beberapa individu tetapi lebih tinggi dari yang direkomendasikan. Pada kadar ini risiko jangka panjang komplikasi mikrovaskular meningkat secara eksponensial
65 - 79	8,1 - 9,4	Kontrol glikemik kurang optimal. Kontrol yang lebih intensif mungkin diperlukan. Terdapat risiko tinggi retinopati, penyakit kardiovaskular dan komplikasi lainnya
80 - 99	9,5 - 11,2	Kontrol glikemik buruk. Direkomendasikan untuk melakukan kontrol yang lebih intensif
≥ 100	≥ 11,3	Kontrol glikemik yang sangat buruk. Diperlukan tindakan segera

Sumber: (BPAC, 2011).

### 2.6.3 Manfaat dan Keuntungan

Pemeriksaan HbA1c direkomendasikan dilakukan pada penderita Diabetes melitus untuk (a) Pemeriksaan kadar gula darah terkontrol pada penderita prediabetes dan (b) *Monitoring* kadar gula darah terkontrol pada pasien diabetes dengan kadar gula darah yang tinggi pada pemeriksaan sebelumnya (Rawal *et al.*, 2016).

Keuntungan menggunakan pemeriksaan HbA1c di antaranya adalah:

1. Pemeriksaan ini nyaman dilakukan untuk pasien dikarenakan pemeriksaan tidak membutuhkan adanya persiapan khusus seperti puasa
2. Pemeriksaan dapat dilakukan kapan saja.
3. Relatif lebih stabil di suhu ruangan setelah pengumpulan sampel
4. Variabilitas kadar lebih sedikit jika dibandingkan dengan gula darah puasa (merokok, aktivitas fisik, obat, dan diet)

5. Pemeriksaan ini dapat menilai risiko kejadian retinopati. Selain itu terdapat beberapa pemeriksaan yang mengatakan bahwa kadar HbA1c dapat memprediksi komplikasi yang mungkin terjadi.
6. Pemeriksaan memiliki sampel yang lebih dan persyaratan analisis yang lebih sederhana (Rawal *et al.*, 2016; BPAC, 2011).

Namun, pemeriksaan ini juga memiliki keterbatasannya salah satunya adalah harganya yang lebih mahal dibandingkan pemeriksaan glukosa darah (BPAC, 2011).

#### 2.6.4 Faktor-Faktor yang Memengaruhi

Kadar HbA1c di dalam darah dapat mengalami penurunan ataupun peningkatan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa keadaan yang dapat memengaruhi kadar pemeriksaan HbA1c seperti anemia, hemoglobinopati, riwayat transfusi darah dalam waktu dekat, keadaan yang memengaruhi usia eritrosit, dan penyakit ginjal (PERKENI, 2019). Faktor-faktor lainnya yang dianggap dapat memengaruhi kadar HbA1c diantaranya adalah tingginya indeks massa tubuh (IMT), serta setiap kondisi yang dapat memperpendek usia eritrosit seperti pemulihan dari darah akut dan anemia hemolitik dapat menurunkan hasil pemeriksaan kadar HbA1c menurun, serta anemia defisiensi besi yang dapat memperpanjang usia eritrosit sehingga dapat meningkatkan hasil pemeriksaan kadar HbA1c (NGSP, 2022).

Berdasarkan Gallagher *et al.* (dikutip dalam WHO, 2011), dikatakan bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi kadar HbA1c pada tubuh di antaranya adalah:

- a. Eritropoiesis
  1. Peningkatan kadar HbA1c di antaranya adalah zat besi, defisiensi vitamin B12, dan penurunan eritropoiesis atau pembentukan sel darah merah.

2. Penurunan kadar HbA1c di antaranya adalah pemberian eritropoietin, zat besi, vitamin B12, retikulositosis, dan penyakit hati kronis.
- b. Perubahan Hemoglobin
- Perubahan yang terjadi dapat secara genetik atau struktur kimia dari hemoglobin seperti hemoglobinopati, HbF, methaemoglobin, dapat meningkatkan atau menurunkan HbA1c. Varian genetik seperti sifat HbS dan sifat HbC, peningkatan hemoglobin janin (HbF) dan turunan hemoglobin yang dimodifikasi secara kimiawi (seperti Hb terkarbamilasi pada pasien dengan gagal ginjal).
- c. Glikasi
1. Peningkatan kadar HbA1c di antaranya adalah alkoholisme, gagal ginjal kronis, penurunan pH intra eritrosit.
  2. Penurunan kadar HbA1c di antaranya adalah aspirin, vitamin C dan E, hemoglobinopati tertentu, peningkatan pH intra-eritrosit.
  3. Variabel HbA1c yaitu penentu genetik.
- d. Penghancuran eritrosit
1. Peningkatan kadar HbA1c di antaranya adalah peningkatan masa hidup eritrosit dengan melakukan splenektomi.
  2. Penurunan kadar HbA1c di antaranya adalah penurunan masa hidup eritrosit: hemoglobinopati, rematoid arthritis atau obat-obatan seperti antiretroviral, ribavirin dan dapson.
- e. Tes atau *assay*
1. Peningkatan kadar HbA1c di antaranya adalah hiperbilirubinemia, hemoglobin terkarbamilasi, alkoholisme, aspirin dosis besar, penggunaan opiat kronis.
  2. Penurunan kadar HbA1c di antaranya adalah hipertrigliseridemia.
  3. Variabel HbA1c seperti hemoglobinopati.

Hal ini yang menyebabkan laboratorium harus memilih metode pengujian dengan mempertimbangkan karakteristik populasi pasien



(seperti prevalensi hemoglobinopati atau gagal ginjal yang tinggi) (WHO, 2011; NGSP, 2022).

## 2.7 Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Kadar HbA1c

Kemenkes (2020) menyatakan bahwa Diabetes melitus dapat disebabkan oleh faktor yang dapat diubah dan faktor yang tidak dapat diubah. Salah satu faktor penyebab Diabetes melitus yang dapat diubah adalah obesitas, yang dapat ditentukan dengan  $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$  atau lingkar perut  $\geq 80 \text{ cm}$  pada perempuan dan  $\geq 90 \text{ cm}$  pada laki-laki (Kemenkes, 2020).

Menurut Henry (dikutip dalam Liberty, 2016), dikatakan bahwa obesitas dapat menyebabkan terjadinya hiperglikemia akibat dari penimbunan lemak visceral berlebih pada tubuh sehingga terjadi peningkatan ALB yang mengakibatkan terjadi resistensi insulin di hati dan otot, sehingga ambilan glukosa menurun dan terjadi peningkatan kadar gula dalam darah.

Hal ini disebabkan pada pasien obesitas terjadi peningkatan ketokolamin yang menyebabkan terjadinya lipolisis meningkat akibat dari jaringan adiposa yang berukuran besar dan berkurangnya kepekaan tubuh terhadap antilipolisis, sehingga terjadi peningkatan asam lemak dalam tubuh dan jumlah sel lemak per unit massa pada obesitas lebih banyak (Arisman, 2014). Berdasarkan Widastra *et al.* (2015), dikatakan jumlah asam lemak bebas yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya gangguan translokasi GLUT 4 pada membran sel sehingga glukosa tidak bisa ditransfer ke dalam sel, yang kemudian dapat mengakibatkan terjadinya gangguan sinyal insulin, sehingga terjadi resistensi insulin pada tubuh. Selain itu, peningkatan asam lemak akan merangsang pengeluaran hormon - hormon yang disebut dengan adipositokin yang dapat mengakibatkan terjadinya peningkatan *gluconeogenesis*, terhambatnya sinyal insulin dan ambilan glukosa otot, sehingga terjadi sindroma metabolik pada tubuh berupa resistensi insulin yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar gula dalam darah (Widastra *et al.*, 2015).

## 2.8 Hubungan Kadar Trigliserida dan Kadar HbA1c

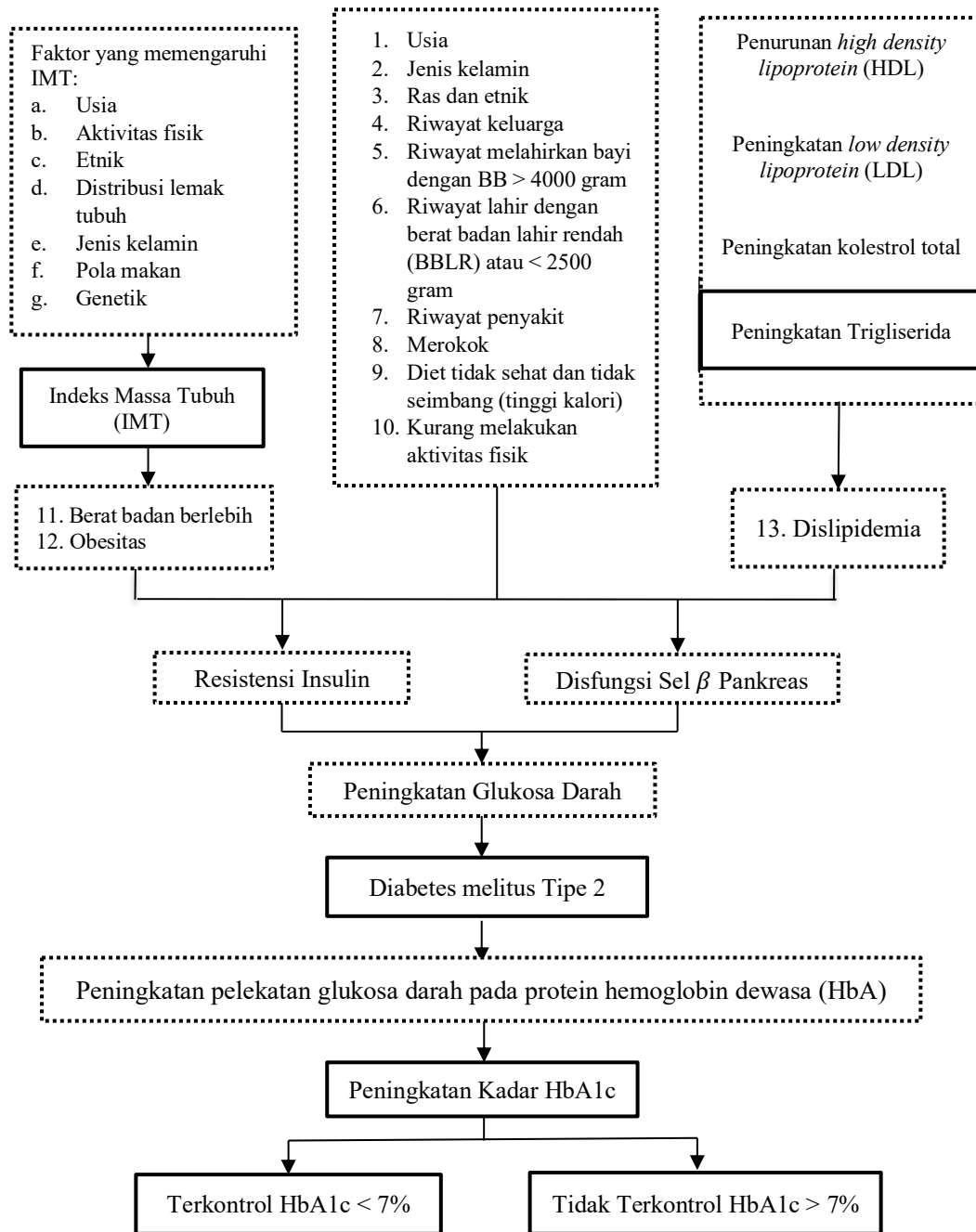
Pada penderita diabetes, umumnya gangguan metabolisme lemak (dislipidemia) yang timbul adalah berupa triad lipid yaitu hipertrigliseridemia, hiperkolesterolemia terutama kolesterol LDL yang kecil/padat dan rendahnya kadar kolesterol HDL (Aritrina *et al.*, 2016). Hubungan antara trigliserida dengan HbA1c pada pasien DM tipe 2 terjadi melalui proses glikosilasi. Glukosa yang meningkat akan mengaktifkan enzim lipoprotein lipase di jaringan adiposa sehingga lipolisis trigliserida di jaringan adiposa akan semakin meningkat keadaan ini akan menghasilkan asam lemak bebas yang berlebihan. Asam lemak bebas akan memasukin aliran darah, sebagian digunakan sebagai sumber energi dan akan dibawa ke hati sebagai bahan baku pembentuk trigliserida (Nurchayani, 2016).

Inefektivitas kerja insulin ataupun defisiensi insulin dapat menyebabkan kenaikan trigliserida, bila terjadi defisiensi insulin semua efek insulin yang menyebabkan penyimpanan lemak akan berbalik. Efek terpenting yaitu peningkatan aktivitas enzim lipase peka-hormon (*lipase sensitive hormone*) dan *enzime lipoprotein lipase* yang berasal dari sel adiposa atau sel lemak. Saat keadaan ini akan terjadi hidrolisis trigliserida yang tersimpan, dimana insulin pada tubuh akan menekan fungsi dari kedua enzim untuk melipolisis sel-sel adiposity yang kemudian menyebabkan terlepasnya sejumlah besar asam lemak dan gliserol ke dalam sirkulasi darah. Kelebihan asam lemak di plasma akibat dari defisiensi insulin juga dapat memacu pengubahan asam lemak menjadi fosfolipid dan kolesterol di hati, yang merupakan dua zat utama yang dihasilkan dari metabolisme lemak. Di saat yang bersamaan asam lemak bebas di hati akan diubah menjadi trigliserida, sehingga terjadi peningkatan kadar trigliserid melebihi batas normal. Zat-zat ini kemudian akan dilepas ke dalam darah dalam bentuk lipoprotein VLDL yang dibentuk pada keadaan ini akan sangat kaya dengan trigliserida yang disebut dengan VLDL besar atau VLDL kaya trigliserida. Trigliserida yang banyak di VLDL kemudian akan bertukar dengan kolesterol ester dari kolesterol-LDL pada sirkulasi darah. Dari proses tersebut akan terjadi peningkatan LDL kaya trigliserida dan penurunan kadar

kolesterol ester. LDL kaya akan trigliserida ini kemudian akan terhidrolisis oleh enzim *hepatic lipase* yang meningkat pada keadaan resistensi insulin sehingga menghasilkan LDL yang kecil dan padat (Manaf, 2014; Guyton, 2016).

Berdasarkan Hidayatullah *et al.* (2022), dikatakan bahwa tidak hanya resistensi insulin yang dapat mempengaruhi kadar trigliserida, tetapi begitupun sebaliknya. Hal ini dikarenakan, secara patofisiologi hubungan antara keduanya bersifat timbal balik, jika seseorang memiliki dislipidemia, yang dimana salah satunya adalah peningkatan kadar trigliserida, kedepannya juga dapat memberikan efek resistensi insulin yang di kemudian hari dapat menyebabkan gangguan metabolisme glukosa, sehingga dapat terjadi DM tipe 2 (Hidayatullah *et al.*, 2022).

## 2.9 Kerangka Teori



### Keterangan:

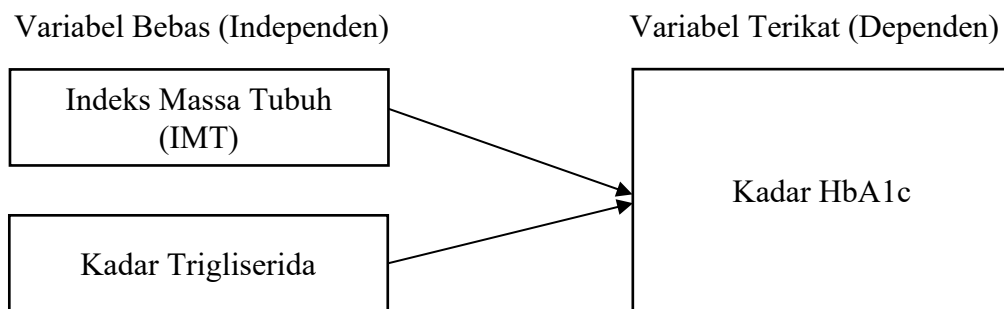
- : diteliti  
 : tidak diteliti  
 : hubungan

**Gambar 2.3** Kerangka Teori.

(Decroli, 2019; Kemenkes, 2020; Garcia *et al.*, 2020; PERKENI, 2021; Sherwani, Khan, Ekhzaimy, Masood, & Sakharkar, 2016; Karimah, Sarihati, & Habibah, 2018)

## 2.10 Kerangka Konsep

Berikut adalah kerangka konsep dari penelitian yang dilakukan:



**Gambar 2.4** Kerangka Konsep.

## 2.11 Hipotesis

Hipotesis hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c:

H0: Tidak terdapat hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.

H1: Terdapat hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.

Hipotesis hubungan antara kadar trigliserida dengan kadar HbA1c:

H0: Tidak terdapat hubungan antara kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.

H1: Terdapat hubungan antara kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Rancangan Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode pendekatan *cross sectional*, yaitu penelitian yang dilakukan pada variabel independen dan variabel dependen yang diteliti secara bersamaan dengan tujuan untuk melakukan identifikasi terhadap hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung bulan Januari-Desember 2023.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung pada bulan Oktober-Desember 2023.

### **3.3 Populasi dan Sampel Penelitian**

#### **3.3.1 Populasi Penelitian**

Populasi adalah objek atau subjek yang memiliki kualitas dan karakteristik khusus yang telah ditentukan oleh peneliti untuk digunakan pada penelitian dengan tujuan untuk membuat kesimpulan berdasarkan hasil penelitian tersebut. (Sugiyona, 2017). Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung yang melakukan pemeriksaan pada bulan Januari-Desember 2023.

### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel adalah bagian dari jumlah yang dimiliki oleh populasi dan memiliki karakteristik sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Sugiyono, 2017). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasien Diabetes melitus tipe 2 yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi penelitian di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung yang melakukan pemeriksaan pada bulan Januari-Desember 2023.

### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah dengan menggunakan teknik *non-probability sampling*, yaitu metode *total sampling* dimana pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan seluruh populasi yang tersedia sebagai sampel dan telah memenuhi kriteria yang telah ditetapkan sesuai dengan tujuan dari penelitian yang akan dilakukan (Sugiyono, 2017). Dalam penelitian ini jumlah sampel yang didapatkan adalah sebanyak 57 orang.

## 3.4 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi

### 3.4.1 Kriteria Inklusi

Kriteria inklusi adalah kriteria yang digunakan dimana subjek penelitian dapat mewakili sampel yang memenuhi syarat sebagai sampel (Notoatmodjo, 2012). Kriteria inklusi dalam penelitian adalah:

1. Pasien terdiagnosis Diabetes melitus tipe 2 dan melakukan pemeriksaan HbA1c di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung di bulan Januari-Desember 2023.
2. Pasien Diabetes melitus tipe 2 yang melakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung di bulan Januari-Desember 2023.
3. Pasien dengan Diabetes melitus tipe 2 yang melakukan pemeriksaan kadar trigliserida di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung di bulan Januari-Desember 2023.

### **3.4.2 Kriteria Eksklusi**

Kriteria eksklusi adalah kriteria yang digunakan untuk memilih atau mengeluarkan subjek yang tidak memenuhi kriteria inklusi dari studi karena berbagai sebab (Notoatmodjo, 2012). Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah:

1. Pasien yang melakukan operasi pengangkatan limpa baik sebagian ataupun keseluruhan (splenektomi).
2. Pasien yang mengonsumsi alkohol dan obat-obatan tertentu seperti antiretroviral, ribavirin, dapson, opiat kronis, dan aspirin dalam dosis besar.

## **3.5 Variabel Penelitian**

### **3.5.1 Variabel Independen**

Variabel independen pada penelitian ini adalah indeks massa tubuh (IMT) dan kadar trigliserida pada penderita Diabetes melitus tipe 2.

### **3.5.2 Variabel Dependen**

Variabel dependen pada penelitian ini adalah kadar HbA1c pada penderita Diabetes melitus tipe 2.



### 3.6 Definisi Operasional Variabel Penelitian

**Tabel 3.1** Definisi Operasional Variabel Penelitian.

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Indeks Massa Tubuh (IMT)	Cara pengukuran berat badan yang disesuaikan dengan tinggi badan, dihitung menggunakan cara berat badan dalam kilogram dibagi dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (kg/m <sup>2</sup> ).	Timbangan Badan dan Microtoise	1. Kurus (<18,5) 2. Normal (18,5-25) 3. Gemuk (>25) (Kemenkes, 2018)	Ordinal
2	Kadar Trigliserida	Lemak utama yang berasal dari makanan manusia dan dibentuk oleh gliserol dan 3 molekul asam lemak yang digunakan sebagai sumber energi dan merupakan tempat penyimpanan lemak di jaringan adiposa.	Kimia <i>Analyzer</i>	1. Normal (< 150) 2. Tinggi (≥150) (PERKENI, 2021)	Ordinal
3	Kadar HbA1c	Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengevaluasi kadar glukosa darah terkontrol seseorang.	Pengukuran <i>Immuno-assay</i> Laboratorium	1. Terkontrol (< 7%) 2. Tidak Terkontrol (>7%) (PERKENI, 2021)	Ordinal

### 3.7 Metode Pengumpulan Data

#### 3.7.1 Jenis Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pencatatan rekam medis pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung bulan Januari-Desember 2023.

### 3.7.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rekam medis pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung bulan Januari-Desember 2023.
2. Alat tulis untuk melakukan pencatatan data rekam medis seperti pulpen, kertas, penggaris, dan *correction tape*.
3. Aplikasi pengolahan data untuk mengolah data rekam medis.
4. Laptop untuk mengoperasikan aplikasi pengolahan data rekam medis.

## 3.8 Pengelolaan dan Analisis Data

### 3.8.1 Pengelolaan Data

Pada persiapan analisis data, akan dilakukan pengelolaan data melalui tahapan sebagai berikut:

1. *Editing*, melakukan pengecekan terhadap kelengkapan data yang dikumpulkan dan memastikan sudah sesuai dengan kebutuhan penelitian.
2. *Coding*, yaitu pengubahan data menjadi angka atau kode untuk mempermudah pengelompokan data pada penelitian.
3. *Entry data*, yaitu memasukkan atau memindahkan data pasien yang sudah dalam bentuk angka atau kode ke dalam program di komputer.
4. *Cleaning data*, yaitu pembersihan data dengan melakukan pengecekan kembali data yang sudah dimasukkan pada program komputer.
5. *Saving data*, yaitu menyimpan data untuk kemudian dianalisis.

### 3.8.2 Analisis Data

Analisis dan pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, pengolahan data, penyajian data, analisis hasil/interpretasi data, dan pengambilan kesimpulan. Pada penelitian ini data yang didapatkan akan dihitung terlebih dahulu dengan

menggunakan *Microsoft Excel* dan kemudian dideskripsikan dengan menggunakan program komputer. Analisis data dibagi menjadi 2 metode analisis yaitu Analisis Univariat dan Analisis Bivariat yaitu sebagai berikut:

a. Analisis Univariat

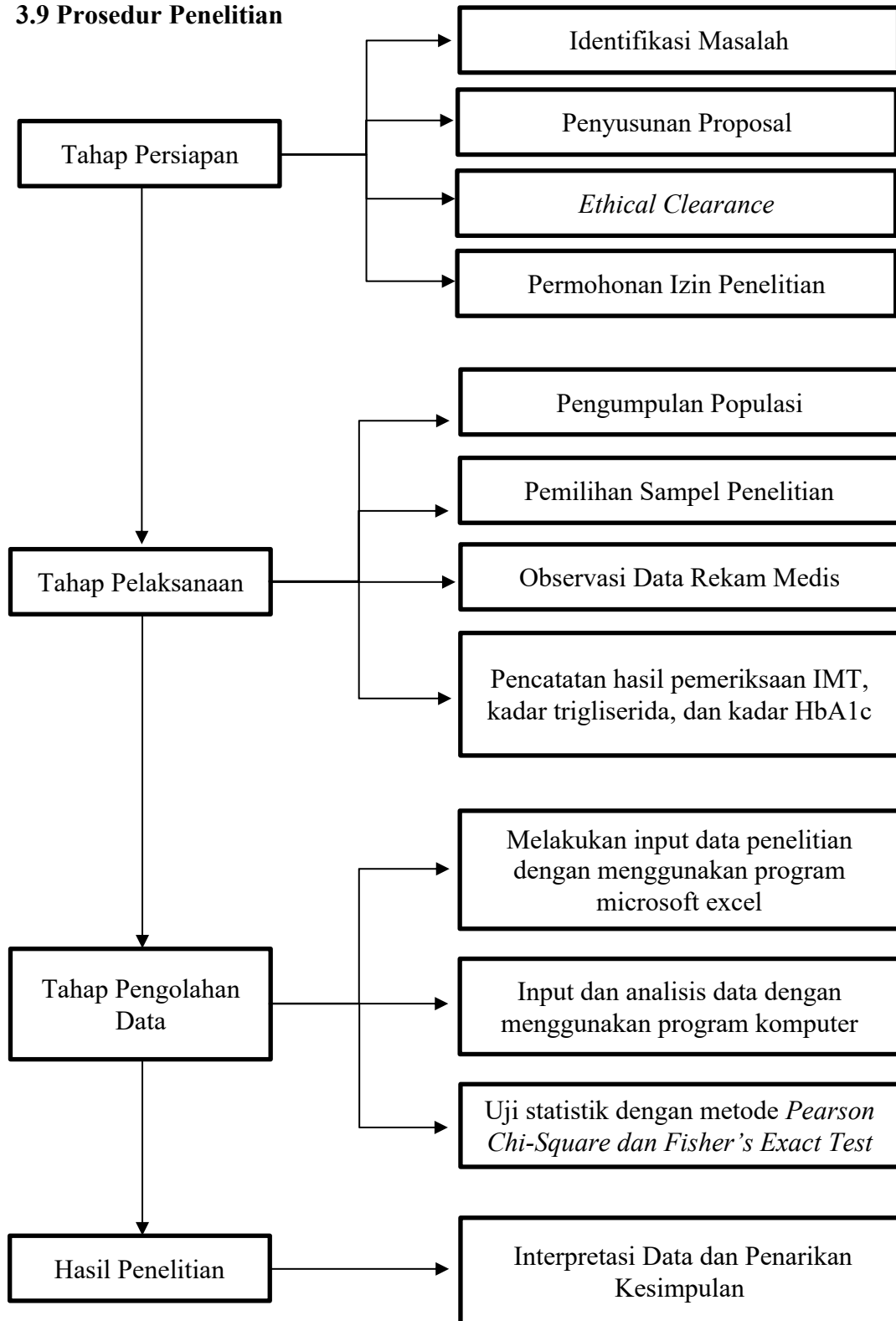
Analisis univariat adalah teknik analisis data dengan hanya menggunakan satu variabel dimana antara satu variabel dengan variabel lainnya tidak dilakukan penghubungan. Dalam metode analisis ini angka hasil pengukuran dapat ditampilkan dalam bentuk angka, persentase, dan prevalensi dari tiap variabel.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat adalah analisis yang dilakukan pada variabel bebas terhadap variabel terikat yang dianggap memiliki hubungan. Dalam penelitian ini uji analisis bivariat yang digunakan adalah uji *Pearson Chi-Square* pada variabel indeks massa tubuh (IMT) dan uji *Fisher's Exact* pada variabel kadar trigliserida digunakan sebagai uji alternatif dari uji *Chi-Square* dikarenakan nilai expected count yang tidak memenuhi syarat.

Data berupa berat badan dan tinggi badan pasien yang ada di rekam medis dikelola dengan menggunakan program *Microsoft Excel* terlebih dahulu untuk mendapatkan perhitungan data IMT pada seluruh pasien yang dijadikan sampel. Data pada masing-masing sub variabel kemudian akan dimasukkan ke dalam tabel dengan menggunakan program komputer yang kemudian akan dilakukan analisis untuk menentukan ada tidaknya hubungan antara variabel yang diteliti. Jika *p value*  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yang berarti ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Jika *p value*  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak, yang berarti tidak terdapat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen yang diuji.

### 3.9 Prosedur Penelitian



**Gambar 3.1** Prosedur Penelitian.

### **3.10 Etika Penelitian**

Penelitian ini telah mendapatkan perizinan etika penelitian yang telah diajukan kepada Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan surat keterangan lolos uji kaji No: 3378/UN26.18/PP.05.02.00/2023 dan Komisi Etik Penelitian RSUD Dr. H. Abdul Moeloek dengan surat keterangan lolos uji kaji No: 048/KEPK-RSUDAM/XI/2023.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek bulan Januari-Desember 2023 berdasarkan kategori kelompok IMT yang paling banyak adalah kelompok IMT gemuk.
2. Pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek bulan Januari-Desember 2023 berdasarkan kategori nilai kadar trigliserida yang paling banyak adalah kelompok kadar trigliserida tinggi.
3. Pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek bulan Januari-Desember 2023 berdasarkan kategori nilai HbA1c yang paling banyak adalah kelompok kadar HbA1c tidak terkontrol.
4. Terdapat hubungan yang signifikan antara indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar HbA1c, korelasi positif dengan derajat hubungan korelasi sedang, pada pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek.
5. Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kadar trigliserida dengan kadar HbA1c pada pasien Diabetes melitus tipe 2 di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung Tahun 2023. Namun, tetap ditemukan adanya korelasi positif dengan derajat hubungan korelasi sangat lemah antara kadar trigliserida dan kadar HbA1c.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan:

1. Bagi Masyarakat

- a. Untuk melakukan skrining berupa pemeriksaan kadar gula darah terutama pada masyarakat yang berusia  $> 45$  tahun agar dapat mendeteksi dini kemungkinan terkena DM tipe 2.
  - b. Untuk mulai melakukan pola hidup sehat dan menjaga berat badan ideal seperti mengonsumsi makanan sehat dan bergizi seimbang, serta rutin melakukan aktivitas fisik agar terhindar dari DM tipe 2.
  - c. Untuk patuh dalam melakukan pengobatan dan menjaga kontrol glikemik agar terhindar dari progresivitas penyakit atau komplikasi yang mungkin terjadi.
2. Bagi Penelitian Selanjutnya
- a. Untuk dapat memastikan kembali kelengkapan data pada saat melakukan pra survey agar dapat mempertimbangkan parameter yang akan digunakan dalam penelitian. Peneliti menyarankan agar penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan kembali parameter melalui aspek lain seperti seberapa sering pemeriksaan dilakukan ataupun biaya pemeriksaan.
  - b. Untuk dapat melakukan penelitian terkait hubungan antara lingkar pinggang dan IMT terhadap GDS/GDN/GD2PP, dikarenakan dapat menggunakan data primer dan sekunder, sehingga akan lebih mudah untuk diperoleh, menguntungkan pasien yang dijadikan sampel, dan dapat mendeteksi terjadinya obesitas sentral yang lebih sensitif terhadap permasalahan metabolik.
3. Bagi Instansi Terkait
- a. Untuk dapat mencantumkan data personal terutama pengukuran berat badan dan tinggi badan pasien secara lengkap untuk mempermudah penelitian ataupun penanganan pasien kedepannya.
  - b. Untuk dapat lebih memperhatikan status gizi dan perkembangan penyakit yang dimiliki pasien dengan cara mengedukasi pasien terkait pentingnya menjaga pola hidup sehat dan kontrol glikemik yang baik.

# **DAFTAR PUSTAKA**



## DAFTAR PUSTAKA

- Abelia. 2022. Hubungan HbA1c dengan Kadar Kolesterol Total pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di RS Pertamina Bintang Amin [diploma thesis]. Bandar Lampung: Poltekkes Tanjungkarang.
- Adnan M, Mulyati T, Isworo JK. 2013. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 Rawat Jalan di RS Tugurejo Semarang. *Jurnal Gizi Universitas Muhammadiyah Semarang*. 2(1): 18-24.
- Adriani M, Wijatmadi B. 2016. *Peran Gizi Dalam Siklus Kehidupan*. Jakarta. Prenada Media.
- American Diabetes Association. 2020. Standards of Medical Care in Diabetes—2020 Abridged for Primary Care Providers, *Clin Diabetes*. 38(1): 10-38.
- American Diabetes Association. 2021. 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes-2021. *Diabetes Care*. 44(Suppl 1): S73-S84.
- Arisman MB. 2014. *Buku Ajar Ilmu Gizi: Obesitas, Diabetes melitus, & Dislipidemia: Konsep, Teori dan Penanganan Aplikatif*. Jakarta: EGC.
- Askandar T. 2013. *Hidup Sehat dan Bahagia Bersama Diabetes*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Bag N, Das I, Waliullah MD, Manna D, Chatterjee S. 2023. Study of Association between BMI and HbA1c Level in Newly Diagnosed Type 2 Diabetes-Mellitus Patients. *SVU-IJMS*. 6(2):1-9.
- Bahrampour A, Haji-Maghsoudi S. 2023. Factors affecting Hemoglobin A1c in the longitudinal study of the Iranian population using mixed quantile regression. *Sci Rep*. 13 (9565): 1-10.
- Bakri AH, Bamahry A, Pratama AA, Bima IH, Yanti AKE. 2023. Hubungan Usia, Jenis Kelamin, dan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar HbA1c di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. *Fakumi Medical Journal*. 3(9): 677-84.
- Boye KS, Lage MJ, Shinde S, Thieu V, Bae JP. 2021. Trends in HbA1c and Body Mass Index Among Individuals with Type 2 Diabetes: Evidence from a US Database 2012-2019. *Diabetes Ther*. 12(7): 2077-87.
- BPAC. 2011. *The New Role of HbA1c in Diagnosing Type 2 Diabetes*. Dunedin: Best Practice Advocacy Centre New Zealand.

- Budiamal ND, Indranila KS, Retnoningrum D, Ariosta A. 2020. Hubungan Gula Darah Puasa dan HbA1c dengan Indeks Massa Tubuh Pada Penderita Diabetes melitus Tipe 2. *Jurnal Kedokteran Diponegoro (Diponegoro Medical Journal)*. 9(2): 184-8.
- CDC. Body Mass Index [Internet]. [diperbarui tanggal 3 Juni 2022; disitasi tanggal 20 Juli 2023]. Atlanta: CDC. Tersedia dari: <https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/index.html>
- Cho NH et al. 2018. IDF Diabetes Atlas: Global Estimates of Diabetes Prevalence for 2017 and Projections for 2045. *Diabetes Res. Clin. Pract.* 138: 271–81.
- Davis J, Juarez D, Hodges K. 2013. Relationship of Ethnicity and Body Mass Index with the Development of Hypertension and Hyperlipidemia. *Ethnicity & Disease*. 23(1): 65-70.
- Decroli E. 2019. *Diabetes melitus Tipe 2*. Padang: Pusat Penerbitan Bagian Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
- Fatimah RN. 2015. *Diabetes melitus Tipe 2*. *J Majority*. 4 (5): 93-101.
- Fitriany J, Maulina F, Witanti CE. 2018. Hubungan Indeks Massa Tubuh Dengan Usia Menarche Pada Siswi SMP di Kota Lhokseumawe, *Jurnal Averrous*, 4(1): 1-15.
- Garcia et al. 2020. Review: Pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal Molecular Sciences*. 21(17): 1–34.
- Gani L, Susilawati MD, Novriani H. 2016. Faktor Risiko Dominan Penyakit Jantung Koroner di Indonesia. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 44(3): 153-64.
- Gilstrap LG. Association Between Clinical Practice Group Adherence to Quality Measures and Adverse Outcomes Among Adult Patients with Diabetes. *JAMA Network Open*. 2(8): 1-11.
- Guyton AC, Hall JE. 2016. *Buku Ajar Fisiologi kedokteran Edisi XII*. Jakarta: EGC.
- Handayani D, Rahmawati R, Dominica D, Salsabila J, Hafidzah K, Wafiqah A. 2023. Correlation of HbA1c and Lipid Profile Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients at M Yunus Hospital. *Jurnal Ilmu Kesehatan*. 11(1): 67-76.
- Hardianto D. 2020. Telaah Komprehensif Diabetes melitus: Klasifikasi, Gejala, Diagnosis, Pencegahan, dan Pengobatan. *Jurnal Bioteknologi Biosains Indonesia*. 7(2): 304-17.

- Hidayati DR. 2017. Hubungan Asupan Lemak dengan Kadar Trigliserida Dan Indeks Massa Tubuh Sivitas Akademika UNY. *Jurnal Prodi Biologi*, 6(1): 25-33.
- Hidayatullah MAN, Gayatri SW, Pramono SD, Hidayati PH, Syamsu RF. 2022. Hubungan antara Dislipidemia dengan Diabetes melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. *Fakumi Medical Journal*. 2(9): 668-77.
- Himmah SC. 2020. Pengaruh Pola Makan dan Aktivitas Fisik Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Pada Pasien Diabetes melitus Tipe 2 di Klinik Aulia Jombang [skripsi]. Surabaya: Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Huldani et al. 2020. Effect of Total Cholesterol Levels and Triglycerides on Blood Pressure Hypertension Patients Overview against Puskesmas Banjar Ethnic Group in Cempaka Banjarmasin. *Systematic Review Pharmacy*. 11(4): 384-9.
- IDF. 2021. IDF Diabetes Atlas 10th Edition. Brussel: International Diabetes Federation.
- Iroth, G. S., Kandou, G. D., & Malonda, N. S. 2017. Hubungan Antara Umur dan Pola Makan dengan Kejadian Diabetes melitus Tipe 2 Pada Pasien Rawat Jalan di Wilayah Kerja Puskesmas Tenga Kecamatan Tenga. *Media Kesehatan*. 9(3).
- Jelantik IGM, Haryati E. 2014. Hubungan Faktor Risiko Umur, Jenis Kelamin, Kegemukan dan Hipertensi dengan Kejadian Diabetes Mellitus Tipe II di Wilayah Kerja Puskesmas Mataram. *Med Ilm*. 8(1).
- Jim EL. 2013. Metabolisme Lipoprotein. *Jurnal Biomedik (JBM)*. 5(3):149-56.
- Julianto E, Silitonga HA, Siahaan JM. 2017. Does HbA1c Correlate with Lipid Profile in Type 2 Diabetes mellitus? A New Evidence from Medan, North Sumatera. *Indonesian Journal Medicine*. 2(3): 207-212.
- Kabosu RAS, Adu AA, Hinga IAT. 2019. Faktor Risiko Kejadian Diabetes melitus Tipe Dua di RS Bhayangkara Kota Kupang. *Timorese Journal of Public Health*. 1(1): 11-20.
- Kardika IBW, Herawati S, Yasa IWPS. 2013. Preanalitik dan Interpretasi Glukosa Darah untuk Diagnosis Diabetes melitus. *E-Jurnal Medika Udayana*. 2(10): 1-14.
- Karimah HN, Sarihati IGAD, Habibah N. 2018. Gambaran Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes melitus Tipe 2 di RSUD Wangaya. *Meditory*. 6(2): 88-98.
- Kemenkes RI. 2016. Diabetes Fakta dan Angka. Jakarta: Kemenkes RI.

- Kemenkes RI. 2018. Hasil Utama RISKESDAS 2018. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kemenkes RI. 2019. Buku Pedoman Manajemen Penyakit Tidak Menular. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kemenkes RI. 2020. Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Diabetes melitus Tipe 2 Dewasa. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kemenkes RI. 2020. Infodatin Tetap Produktif, Cegah, dan Atasi Diabetes melitus. Jakarta: Kemenkes RI.
- Khasanah DN, Setiyobroto I, Kurdanti W. 2017. Hubungan Antara Asupan Karbohidrat dan Lemak Dengan Kadar Trigliserida Pada Pesenam Aerobik Wanita. *Nutrisia*. 19(2): 84-9.
- Kistianita AN, Gayatri RW. Analisis Faktor Risiko Diabetes Mellitus Tipe 2 Pada Usia Produktif Dengan Pendekatan Who Stepwise Step 1 (Core/Inti) Di Puskesmas Kendalkerep Kota Malang. *Indones J Public Heal*. 3(1):1-13.
- Komariah & Rahayu S. 2020. Hubungan Usia, Jenis Kelamin, dan Indeks Massa Tubuh dengan Kadar Gula Darah Puasa pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Klinik Pratama Rawat Jalan Proklamasi, Depok, Jawa Barat. *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*. 11(1): 41-50.
- Kumar et al. 2015. Buku Ajar Patologi Robbins Edisi 9. Singapura: Penerbit Hooi Ping Che.
- Kuniawati P, Ranowati R. 2017. Modul Biokimia: Jilid 1. Sleman: Program DIII Analis Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia.
- Kuswanto D, Notobrota HB, Indawati R. 2021. Perbedaan Profil Lipid Berdasarkan Hemoglobin Terглиkolisasi (HbA1C) pada Pasien Rumah Sakit Islam Surabaya. *Amerta Nutrition*. 5(1): 8-14.
- Lestari, Zulkarnain, Sijid STA. 2021. Diabetes melitus: Review Etiologi, Patofisiologi, Gejala, Penyebab, Cara Pemeriksaan, Cara Pengobatan dan Cara Pencegahan. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 7(1): 237-41.
- Liberty IA. 2016. Hubungan Obesitas dengan Kejadian Prediabetes pada Wanita Usia Produktif. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 6(2): 108-13.
- Loei GSC, Pandelaki K, Mandang V. 2014. Hubungan Kadar HbA1c dengan Kadar Profil Lipid pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 di Poliklinik Endokrin & Metabolik RSUP Prof. DR. R. D. Kandou Manado. *E-Clinic*. 2(1): 1-8.
- Primadana DA, Pandelaki K, Wongkar MCP. 2016. Hubungan Kadar HbA1c dengan Kadar Profil Lipid pada Pasien kaki Diabetik di RSUP Prof. DR. R. D. Kandou Manado. *E-Clinic*. 4(1): 134-9.

- Mamuaja CF. 2017. Lipida. Manado: Unsrat Press.
- Manaf A. 2014. Insulin : Mekanisme Sekresi dan Aspek Metabolisme. Dalam: Setiati S, Alw I, Sudoyo AW, Simadibrata KM, Setiyohadi B, Syam AF. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam. Jakarta: Interna Publishing.
- Masruroh E. 2018. Hubungan Umur dan Status Gizi dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Melitus Tipe II. *Jurnal Ilmu Kesehatan*. 6(2):153-63.
- Mehta V, Kavya B. 2017. Lipids and its Metabolism. *Journal of Cardiology & Cardiovascular Therapy*. 1(4): 1-6.
- Miller M et al. 2011. Triglycerides and Cardiovascular Disease a Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 123(20): 2292-333
- NGSP. 2022. NGSP: Factors that Interfere with HbA1c Test Results Harmonizing Hemoglobin A1c Testing [Internet]. Missouri: NGSP. [diperbarui tanggal 17 Juni 2022; disitasi tanggal 27 Juli 2023]. Tersedia dari: <https://ngsp.org/factors.asp>
- Notoatmodjo. 2012. Metodologi Penelitian. Jakarta: Redika Cipta.
- Nur A. 2017. Pengaruh Prolanis Terhadap Indeks Massa Tubuh Pada Penderita Hipertensi di Puskesmas Banjardawa [thesis]. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Nurayati L, Adriani M. 2017. Hubungan Aktifitas Fisik dengan Kadar Gula Darah Puasa Penderita Diabetes melitus Tipe 2. *Amerta Nutrition*. 1(2): 80-7.
- Nurchayani V. 2016. Hubungan Antara Nilai HbA1c Dengan Kadar Trigliserida Pada Pasien DM Tipe 2 di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung.
- Ozougwu J, Obimba K, Belonwu C, Unakalamba C. 2013. The Pathogenesis and Pathophysiology of Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of Physiology and Pathophysiology*. 46-57.
- PAHO. 2022. Panorama of Diabetes in the Americans. Washington DC: Pan American Health Organization.
- PERKENI. 2015. Pedoman: Pengelolaan dan Pencegahan DM Tipe 2 Dewasa di Indonesia. Jakarta: PB PERKENI.
- PERKENI. 2019. Pedoman: Pengelolaan dan Pencegahan DM Tipe 2 Dewasa di Indonesia. Jakarta: PB PERKENI.
- PERKENI. 2021. Pedoman: Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes melitus Tipe 2 di Indonesia. Jakarta: PB PERKENI.

- Pratiwi TA, Lubis R, Mutiara E. 2019. Pengaruh Obesitas terhadap Kejadian Diabetes Mellitus pada Wanita Usia Subur Di RSUD Dr. Djoelham Binjai Tahun 2017. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*. 4(1): 1-10.
- Purnamasari NLGR. 2022. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Penduduk di Banjar Peraan Baturiti Tabanan [diploma thesis]. Denpasar: Poltekkes Kemenkes Denpasar.
- Purwaningsih NV, Azizah F, Maulidiyanti ETS, Artanti D. 2019. Gambaran Pemeriksaan Kadar Glukosa dan Kolesterol pada Lansia. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*. 2(2): 65-71.
- Putri AR, Sastramihardja HS, Dewi MK. 2023. Hubungan Antara Profil Lipid dan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan HbA1c pada Pasien Diabetes melitus Tipe 2 di Poli Penyakit Dalam Rumah Sakit Umum Daerah Cibabat. *Bandung Conference Service: Medical Science*. 3(1): 438-44.
- Putri NMDA. 2020. Tinjauan Kasus Tingkat Penerimaan Diet dan Lama Rawat Inap Pasien Diabetes melitus di RSUD Wangaya Denpasar [diploma thesis]. Denpasar: Poltekkes Denpasar.
- Qatrunnada, Arnita Y, Atika S. 2022. Motivasi Dalam Pengontrolan Kadar Gula Darah Pada Penderita Diabetes melitus Tipe 2. *JIM FKep*, 6(1): 304-s9.
- Raditya B, Aditya M. 2016. Penatalaksanaan Diabetes melitus Tipe 2 dengan Hiperkolesterolemia pada Seorang Pria Usia 60 Tahun dengan Pendekatan Kedokteran Keluarga. *J Medula Unila*. 5(2): 9-17.
- Raharjo M. 2018. Asuhan Keperawatan Ny. N Dengan Diabetes melitus Di Ruang Kirana Rumah Sakit TK. III Dr. Soetarto Yogyakarta [skripsi]. Yogyakarta: Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- Ramadani A. 2017. Hubungan Jenis, Jumlah dan Frekuensi Makan dengan Pola Buang Air Besar dan Keluhan Pencernaan pada Mahasiswa Muslim Saat Puasa Ramadhan [skripsi]. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Ramadhani AD. 2013. Jurnal Hubungan Kontrol Tekanan Darah dengan Indeks Massa Tubuh pada Pasien Hipertensi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Rawal G, Yadav S, Kumar R, Singh A. 2016. Glycosylated Hemoglobin (HbA1C): A Brief Overview for Clinicians. *Indian Journal of Immunology and Respiratory Medicine*. 1(2): 33-6.
- Reswan H, Alioes Y, Rita RS. 2017. Gambaran Glukosa Darah pada Lansia di Pantii Sosial Tresna Werdha Sabai Nan Aluih Sicincin. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 6(3): 673-78.

- Riskesmas. 2019. Laporan Provinsi Lampung Riskesdas 2018. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (LPB).
- Santhi DD, Yasa IWPS, Djelantik AAGS. 2016. Profil Lipid pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe 2 di RSUP. Sanglah Denpasar. Bandung: Universitas Udayana.
- Saputra I, Esfandiari F, Marhayuni E, Nur M. 2020. Indeks Massa Tubuh dengan Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes melitus Type 2. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 9(2): 597-603.
- Septiani ND, Zulfian, Syuhada, Purwaningrum R. 2023. Hubungan Kadar HbA1c  $\geq$  7% dengan Kadar Kolesterol Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Pertamina Bintang Amin Bandar Lampung. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 10(11): 3132-40.
- Setiyawati M. 2020. Gambaran Kadar Trigliserida Pada Supir Bus di Pangkalan Bun [skripsi]. Pangkalan Bun: Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Borneo Cendekia Medika.
- Sherwood L. 2014. Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem. Edisi 8. Jakarta: EGC.
- Sherwani SI, Khan HA, Ekhzaimy A, Masood A, Sakharkar MK. 2016. Significance of HbA1c Test in Diagnosis and Prognosis of Diabetic Patients. *Biomark Insights*. 11: 95-104.
- Simamora A. 2017. Lipid: Struktur dan Fungsi. Jakarta Barat: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Kristen Krida Wacana.
- Sisodia RK, Chouhan M. 2019. The Study of Correlation Between Body Mass Index and Glycemic Control-HbA1c in Diabetes Type 2 Patients. *International Journal of Advances in Medicine*. 6(6): 1788-91.
- Suandy et al. 2020. Indeks Massa Tubuh dan Kadar HbA1c Pada Pasien Diabetes melitus Tipe 2. *Jurnal Prima Medika Sains*. 4(1): 17-20.
- Sugiyono. 2017. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta CV.
- Susilo AS, Zulfian, Artini I. 2020. Korelasi Nilai HbA1c dengan Kadar Kolesterol Total pada Pasien Diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Ilmiah Sandi Husada*, 12(2): 640-45.
- Tandra H. 2018. Segala Sesuatu yang Harus Anda Ketahui Tentang Diabetes Edisi Kedua. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Trisnawati S. 2013. Faktor Risiko Kejadian Diabetes mellitus Tipe 2 di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 5(1): 6–11.

- Needs T, Gonzalez-Mosquera LF, Lynch DT. 2023. Beta Thalassemia [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. [diperbarui tanggal 1 Mei 2023; disitasi tanggal 10 Agustus 2023]. Tersedia dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531481/>.
- Utami D, Setyarini GA. 2017. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Massa Tubuh Pada Remaja Usia 15-18 Tahun di SMAN 14 Tangerang. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 4(3): 207-215.
- WHO. 2011. Use of Glycated Haemoglobin (HbA1c) in the Diagnosis of Diabetes Mellitus. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2016. Global Report on Diabetes. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2019. Classification of Diabetes Mellitus 2019. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2020. Diagnosis and Management of Type 2 Diabetes (HEARTS-D). Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2020. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2022. Noncommunicable Diseases [Internet]. Geneva: World Health Organization. [diperbarui tanggal 16 September 2022; disitasi tanggal 20 Juli 2023]. Tersedia dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- WHO. 2022. WHO European Regional Obesity Report 2022. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2023. Diabetes [Internet]. Geneva: World Health Organization. [diperbarui tanggal 5 April 2023; disitasi tanggal 20 Juli 2023]. Tersedia dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Widiasari KR, Wijaya IMK, Suputra PA. 2021. Diabetes melitus Tipe 2: Faktor Risiko, Diagnosis, dan Tatalaksana. *Ganesha Medicina Journal*. 1(2): 114-20.
- Widastra IM et al. 2015. Obesitas Sentral Sebagai Faktor Penyebab Timbulnya Resistensi Insulin Pada Orang Dewasa. *Jurnal Skala Husada*. 12(2):103-9
- Wulandari RD. 2016. Kelaianan pada Sintesis Hemoglobin Thalassemia dan Epidemiologi Thalassemia. *Jurnal Ilmiah Kedokteran Wijaya Kusuma* 5(2): 33-43.
- Yazid E, Nursanti L. 2014. Biokimia: Praktikum Analisis Kesehatan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.