

**KARAKTERISTIK PROFIL HEMATOLOGI DAN GLUKOSA DARAH PUASA  
PADA SUBJEK DIABETES MELITUS DI RS UNIVERSITAS HASANUDDIN  
(UNHAS) MAKASSAR**



**SYARIFA INTAN PUTRI SULFIANA JABBAR  
C011211203**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**KARAKTERISTIK PROFIL HEMATOLOGI DAN GLUKOSA DARAH PUASA  
PADA SUBJEK DIABETES MELITUS DI RS UNIVERSITAS HASANUDDIN  
(UNHAS) MAKASSAR**

**SYARIFA INTAN PUTRI SULFIANA JABBAR**

**C011211203**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER UMUM  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

SKRIPSI

KARAKTERISTIK PROFIL HEMATOLOGI DAN GLUKOSA DARAH PUASA PADA  
SUBJEK DIABETES MELITUS DI RS UNIVERSITAS HASANUDDIN (UNHAS)  
MAKASSAR

SYARIFA INTAN PUTRI SULFIANA JABBAR

C011211203

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana kedokteran pada tanggal 17 bulan  
Desember tahun 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Pendidikan Dokter Umum  
Departemen Patologi Klinik  
Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,

Dr. dr. Tenri Esa, M.Si, Sp.PK(K)  
NIP. 196902251999032004



Mengesahkan:  
Ketua Program Studi,

dr. Nini Nislawati, M.Kes., Sp.M.  
NIP. 198101182009122003

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Karakteristik Profil Hematologi Dan Glukosa Darah Puasa Pada Subjek Diabetes Melitus Di Rs Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr. dr. Tenri Esa, M.Si, Sp. PK(K). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 17 Desember 2024



Syarifa Intan Putri Sulfiana Jabbar

NIM C011211203

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kita panjatkan kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan Rahmat dan anugrah-Nya kepada kita semua sehingga dengan segala keterbatasan yang penulis miliki, atas izin Allah dapat dapat menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul “Karakteristik Profil Hematologi Dan Glukosa Darah Puasa Pada Subjek Diabetes Melitus Di RS Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar” sebagai salah satu syarat kelulusan untuk mencapai gelar sarjana di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa selama proses masa studi telah banyak pihak yang memberikan dukungan dan bimbingannya, maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Syech All Jabbar Daeng Nampo, SH, MH dan Hariani, serta saudara – saudara penulis tercinta yang telah berperan besar dalam penyelesaian penelitian ini dan selalu mendoakan serta memotivasi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. dr. Tentri Esa, M.Si., Sp.PK(K) selaku dosen pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam pembuatan proposal serta membantu penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
3. dr. Uleng Bahrun, Sp.PK(K), Ph.D dan dr. Kartika Paramita Sp. PK(K). selaku dosen penguji penulis yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Keluarga besar Etta dan Ummi yang telah memberikan doa dan motivasi kepada penulis selama ini.
5. Para sahabat penulis, Ila, Anak Hombis, Qintha, Sahabat Theater 07, The Bote's, Amel, Ika, Kak Depi, Kak Tiwi, Kak Reza, 2 kucing penulis Chewy dan Ipa yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
6. Diri saya sendiri, yang selalu semangat dan bertahan sejauh ini, dan mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

7. Pihak – pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara satu – persatu dan telah memberikan motivasi dan doanya kepada penulis.

## ABSTRAK

SYARIFA JABBAR. **Karakteristik Profil Hematologi Dan Glukosa Darah Puasa Pada Subjek Diabetes Melitus Di Rs Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar** (Dibimbing Oleh Dr. dr. Tentr Es, M.Si., Sp.PK(K)).

**Latar Belakang.** Diabetes mellitus (DM) adalah gangguan metabolisme yang ditandai oleh hiperglikemia, mempengaruhi sekitar 537 juta orang dewasa secara global, termasuk 10,7% di Indonesia Penyakit ini dapat menyebabkan komplikasi serius, seperti neuropati dan penyakit kardiovaskular. Pemeriksaan profil hematologi dan kadar glukosa darah puasa (GDP) berperan krusial dalam evaluasi kesehatan pasien. **Metode.** Desain penelitian observasional deskriptif dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian dilaksanakan di RSUP Universitas Hasanuddin menggunakan *total sampling*. **Hasil.** Berdasarkan distribusi usia didominasi oleh DM tanpa komplikasi dengan rentang usia 18 - 64 tahun sebanyak 15 orang (60%), jenis kelamin didominasi oleh penderita DM tanpa komplikasi dialami oleh perempuan sebanyak 16 orang (64%), kadar leukosit meningkat didominasi oleh penderita DM tanpa komplikasi, kadar hemoglobin menurun didominasi oleh Penderita DM tanpa komplikasi, kadar hematokrit menurun didominasi oleh Penderita DM tanpa komplikasi, kadar MCV menurun hingga normal didominasi oleh Penderita DM tanpa komplikasi, distribusi kadar MCH normal didominasi oleh Penderita DM tanpa komplikasi, kadar GDP kategori DM didominasi oleh Penderita DM tanpa komplikasi. **Kesimpulan.** Sebagian besar penderita DM dengan dan tanpa komplikasi dialami oleh perempuan sebanyak 20 orang (60,6%). Kelompok usia terbanyak 18 – 64 tahun sebanyak 21 orang (63,6%). Leukosit meningkat, hemoglobin menurun, hematokrit menurun, MCV normal, MCH normal, GDP kategori DM.

Kata Kunci: Diabetes Melitus (DM), Profil Hematologi, Glukosa Darah Puasa, RSUP Universitas Hasanuddin.

**ABSTRACT**

SYARIFA JABBAR. **Characteristics of Hematology Profile and Fasting Blood Glucose in Diabetes Mellitus Subjects at Hasanuddin University Hospital (Unhas) Makassar (Supervised by Dr. dr. Tentri Esa, M.Si., Sp.PK(K)).**

**Background.** Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder characterized by hyperglycemia, affecting approximately 537 million adults globally, including 10.7% in Indonesia. This disease can cause serious complications, such as neuropathy and cardiovascular disease. Hematology profile and fasting blood glucose (FBS) examination play a crucial role in evaluating patient health. **Methods.** Descriptive observational study design with a cross-sectional approach. The study was conducted at Hasanuddin University Hospital using total sampling. **Results.** Based on age distribution dominated by uncomplicated DM with an age range of 18-64 years as many as 15 people (60%), gender dominated by uncomplicated DM sufferers experienced by women as many as 16 people (64%), increased leukocyte levels dominated by uncomplicated DM sufferers, decreased hemoglobin levels dominated by uncomplicated DM sufferers, decreased hematocrit levels dominated by uncomplicated DM sufferers, decreased MCV levels to normal dominated by uncomplicated DM sufferers, normal MCH level distribution dominated by uncomplicated DM sufferers, and GDP levels in the DM category dominated by uncomplicated DM sufferers. **Conclusion.** Most DM patients with and without complications are women, as many as 20 people (60.6%). The largest age group is 18-64 years, as many as 21 people (63.6%). Leukocytes increase, decreased hemoglobin, decreased hematocrit, normal MCV, normal MCH, GDP category DM.

Keywords: Diabetes Mellitus (DM), Hematology Profile, Fasting Blood Glucose, Hasanuddin University Hospital.



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI. ....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1 Tujuan Umum.....	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.4.1 Manfaat bagi Peneliti.....	3
1.4.2 Manfaat bagi Akademik.....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	 <b>4</b>
2.1 Diabetes Melitus.....	4
2.1.1 Definisi.....	4
2.1.2 Epidemiologi,,.....	5
2.1.3 Faktor Resiko .....	5
2.1.4 Klasifikasi.....	6
2.1.5 Patofisiologi.....	7
2.1.6 Gejala dan Diagnosis .....	8
2.1.7 Komplikasi .....	9
2.2 Profil Hematologi.....	11
2.2.1 Definisi .....	11
2.2.2 Parameter.....	11
2.3 Glukosa.....	13
2.3.1 Definisi .....	13
2.3.2 Metode Pengukuran.....	13
 <b>BAB III KERANGKA TEORI DAN KONSEPTUAL.....</b>	 <b>16</b>
3.1 Kerangka Teori .....	16
3.2 Kerangka Konsep.....	17
 <b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	 <b>18</b>
4.1 Desain Penelitian .....	18
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	18

4.2.1 Lokasi Penelitian.....	18
4.2.2 Waktu Penelitian.....	18
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian .....	18
4.3.1 Populasi Target .....	18
4.3.2 Populasi Terjangkau .....	18
4.3.3 Sampel Penelitian.....	18
4.3.4 Teknik Pengambilan Sampel .....	18
4.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	18
4.4.1 Kriteria Inklusi.....	18
4.4.2 Kriteria Eksklusi.....	18
4.5 Definisi Operasional.....	19
4.6 Manajemen Penelitian.....	20
4.6.1 Pengumpulan Data.....	20
4.6.2 Pengolahan Data dan Analisis Data.....	20
4.6.2.1 Pengolahan Data.....	20
4.6.2.2 Analisis Data.....	21
4.6.2.2.1 Analisis Univariat.....	21
4.7 Etika Penelitian.....	21
4.8 Alur Pelaksanaan Penelitian .....	22
4.9 Rencana Anggaran Penelitian.....	23
<b>BAB V HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
5.1 Hasil.....	24
5.1.1 Hasil Penelitian.....	24
5.1.2 Hasil Univariat.....	24
<b>BAB VI</b>	
6.1 Pembahasan.....	29
6.1.1 Karakteristik Jenis Kelamin Pada Subjek DM .....	29
6.1.2 Karakteristik Usia Pada Subjek DM .....	29
6.1.3 Karakteristik Leukosit Pada Subjek DM .....	30
6.1.4 Karakteristik Hemoglobin Pada Subjek DM .....	31
6.1.5 Karakteristik Hematokrit Pada Subjek DM .....	31
6.1.6 Karakteristik MCV Pada Subjek DM .....	32
6.1.7 Karakteristik MCH Pada Subjek DM .....	33
6.1.8 Karakteristik Glukosa Darah Puasa Pada Subjek DM .....	34
<b>BAB VII PENUTUP.....</b>	<b>35</b>
7.1 Kesimpulan.....	35
7.3 Keterbatasan Penelitian.....	35
7.2 Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1</b> Kriteria Diagnosis Diabetes Melitus.....	9
<b>Tabel 2.2</b> Tabel Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis Diabetes dan Prediabetes.....	9
<b>Tabel 4.1</b> Rencana anggaran penelitian.....	20
<b>Tabel 5.1</b> Data Karakteristik Subjek DM .....	21

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian.....	42
Lampiran 2. Surat Izin Instalasi Kepada Komisi Etik Penelitian FK UNHAS.....	43
Lampiran 3. Rekomendasi Persetujuan Etik oleh Komisi Etik Penelitian Kesehatan FK UNHAS.....	44
Lampiran 4. Hasil Penelitian menggunakan SPSS 26.....	45

## BAB I

### 1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus (DM), yang sering disebut hanya sebagai diabetes, adalah suatu gangguan metabolisme yang kompleks, ditandai oleh hiperglikemia, yaitu kondisi fisiologis abnormal yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah secara terus-menerus (Banday, Sameer and Nissar, 2020). Penyakit ini memiliki berbagai subklasifikasi, termasuk tipe 1, tipe 2, diabetes pada usia muda (MODY), diabetes gestasional, diabetes neonatal, dan diabetes yang disebabkan oleh penggunaan steroid. Tipe 1 dan tipe 2 merupakan subtipe utama, masing-masing memiliki patofisiologi, gejala, dan pendekatan pengobatan yang berbeda, tetapi keduanya dapat berpotensi menyebabkan hiperglikemia (Sapra and Bhandari, 2024)

Diabetes mellitus saat ini mempengaruhi sekitar 537 juta orang dewasa berusia 20–79 tahun, setara dengan 10,5% dari populasi global, dan diperkirakan akan meningkat menjadi 643 juta pada tahun 2030 dan 783 juta pada tahun 2045. Sekitar 240 juta orang hidup dengan diabetes yang tidak terdiagnosis, dengan hampir 90% dari mereka tinggal di negara berpendapatan rendah dan menengah, serta lebih dari separuh penderita diabetes di Afrika, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat tidak terdiagnosis. Lebih dari 1,2 juta anak dan remaja juga menderita diabetes tipe 1, sebagian besar di bawah usia 15 tahun. Insiden diabetes stabil atau menurun di lebih dari 70% populasi berpendapatan tinggi dari 2006 hingga 2017, dan lebih dari 80% negara melaporkan penurunan atau stabilnya kejadian diabetes sejak tahun 2010 (Magliano and Boyko, 2021).

Pada tahun 2021, diperkirakan ada sekitar 19,4 juta orang di Indonesia yang hidup dengan diabetes, dengan prevalensi mencapai 10,7% di kalangan orang dewasa berusia 20–79 tahun, menurut data dari International Diabetes Federation (IDF) dan survei nasional. Angka ini diprediksi akan meningkat menjadi 24 juta pada tahun 2030 dan 30 juta pada tahun 2045 jika tidak ada intervensi yang efektif. Sebagian besar kasus adalah diabetes tipe 2, yang menyumbang sekitar 90-95% dari total kasus, sedangkan diabetes tipe 1, meskipun lebih jarang, diperkirakan sekitar 3% dari total. Dalam dua dekade terakhir, prevalensi diabetes di Indonesia telah meningkat lebih dari 100%, yang terkait dengan urbanisasi, perubahan pola makan, dan gaya hidup sedentari, dengan prevalensi di kota-kota besar seperti Jakarta jauh lebih tinggi dibandingkan daerah pedesaan (Magliano and Boyko, 2021)

Prevalensi Diabetes Mellitus di Sulawesi Selatan adalah sekitar 1,6%, dan jumlah diabetes yang didiagnosis oleh dokter mencapai 3,4%. Prevalensi tertinggi dari diabetes yang didiagnosis terdapat di Kabupaten Pinrang (2,8%), Kota Makassar (2,5%), Kabupaten Toraja Utara (2,3%), dan Kota Palopo (2,1%). Data dari Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan menunjukkan

adanya 27.470 kasus baru diabetes dan 66.780 masalah lama dengan 747 kematian terkait diabetes pada tahun 2017 (Syaipuddin *et al.*, 2022)

Diabetes mellitus dapat menyebabkan berbagai komplikasi serius, termasuk neuropati, retinopati, dan penyakit kardiovaskular. Neuropati diabetes, yang merupakan kerusakan saraf akibat kadar gula darah tinggi, dapat menyebabkan gejala seperti kesemutan dan kehilangan sensasi, meningkatkan risiko luka dan infeksi (Sedgwick, 2012). Retinopati diabetes, yang merusak pembuluh darah di retina, dapat mengakibatkan kebutaan dan merupakan salah satu penyebab utama gangguan penglihatan pada orang dewasa (Icks *et al.*, 2012). Selain itu, diabetes meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke karena mempercepat aterosklerosis (Rao Kondapally Seshasai *et al.*, 2011)

Seiring dengan komplikasi tersebut, penting untuk memahami bahwa pemeriksaan profil hematologi memiliki peran yang krusial dalam manajemen diabetes parameter seperti hemoglobin, hematokrit, sel darah putih, dan trombosit memberikan informasi penting mengenai kesehatan keseluruhan pasien. Hemoglobin dan hematokrit digunakan untuk menilai tingkat oksigen dalam darah serta untuk mendeteksi anemia, yang sering terjadi pada penderita diabetes (Jones and Peterson, 1981), Sel darah putih berfungsi sebagai indikator adanya infeksi atau peradangan, sementara trombosit dapat menunjukkan peningkatan risiko trombotik pada individu dengan diabetes (Clement *et al.*, 2004), Selain itu, terdapat hubungan yang signifikan antara profil hematologi dan kadar glukosa darah; penelitian telah menunjukkan bahwa perubahan dalam parameter hematologi sering kali berkaitan dengan fluktuasi kadar glukosa, yang dapat berpengaruh pada manajemen diabetes secara keseluruhan (Mansoori *et al.*, 2023) Sebagai contoh, peningkatan kadar glukosa darah biasanya diiringi oleh perubahan dalam jumlah sel darah merah dan trombosit, sehingga pemantauan hematologi dapat berfungsi sebagai indikator untuk menilai kontrol glikemik pasien.

Hal ini menjadi semakin penting mengingat kadar glukosa darah puasa (GDP) juga memiliki hubungan yang kuat dengan risiko komplikasi pada pasien diabetes, Kadar glukosa darah puasa (GDP) memiliki hubungan yang kuat dengan risiko komplikasi pada pasien diabetes. Kenaikan GDP dapat memperbesar risiko komplikasi serius, seperti penyakit jantung dan kerusakan ginjal. Oleh karena itu, pengelolaan yang efektif terhadap kadar GDP sangat penting untuk mencegah komplikasi jangka panjang, sehingga pemantauan dan kontrol glukosa darah puasa menjadi aspek utama dalam perawatan diabetes (American Diabetes Association, 2014; Ceriello *et al.*, 2022)

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi karakteristik profil hematologi dan kadar glukosa darah puasa pada subjek diabetes di RS UNHAS.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik profil hematologi dan glukosa darah puasa pada subjek diabetes melitus di RS Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik profil hematologi dan kadar glukosa darah puasa pada subjek diabetes melitus, dengan dan tanpa komplikasi, di RS Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

Diketahui karakteristik profil hematologi dan kadar glukosa darah puasa pada subjek diabetes melitus, dengan dan tanpa komplikasi, di RS Universitas Hasanuddin (Unhas) Makassar.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Manfaat bagi Peneliti**

Melalui penelitian ini, peneliti memiliki kesempatan untuk mengembangkan dan memperluas keterampilan penelitian. Peneliti dapat belajar tentang desain penelitian, pengumpulan dan analisis data, serta interpretasi hasil penelitian. Proses ini dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam melakukan penelitian yang berkualitas dan berkontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan.

### **1.4.2 Manfaat bagi Akademik**

Hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah yang ada tentang karakteristik profil hematologi dan glukosa pada subjek diabetes melitus dengan dan tanpa komplikasi. Dengan mengumpulkan data dan menganalisisnya secara sistematis, penelitian ini dapat menghasilkan penemuan baru dan informasi berharga bagi akademik, yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan dan pengembangan keilmuan di bidang ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Diabetes Melitus**

##### **2.1.1 Definisi**

Diabetes melitus (DM) merupakan kondisi medis yang ditandai oleh tingginya kadar glukosa darah (hiperglikemia) akibat gangguan dalam produksi atau penggunaan insulin. Insulin sendiri adalah hormon yang dihasilkan oleh pankreas dan berperan krusial dalam pengaturan metabolisme glukosa. Ketika tubuh tidak dapat memproduksi insulin dalam jumlah yang memadai atau tidak mampu memanfaatkan insulin secara efektif, kadar glukosa akan terakumulasi dalam darah, berpotensi menyebabkan berbagai komplikasi jangka panjang, seperti kerusakan pada organ vital, termasuk jantung, ginjal, dan mata. Selain itu, diabetes juga dapat mempengaruhi sistem saraf dan meningkatkan risiko infeksi (Shaw, Sicree and Zimmet, 2010). Faktor-faktor yang dapat meningkatkan risiko pengembangan diabetes melitus meliputi predisposisi genetik, obesitas, pola makan yang tidak sehat, dan kurangnya aktivitas fisik, yang semuanya berkontribusi pada resistensi insulin dan gangguan metabolisme glukosa (Zheng, Ley and Hu, 2018)

##### **2.1.2 Epidemiologi**

Epidemiologi diabetes di Indonesia menunjukkan tren yang memprihatinkan, dengan prevalensi yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Data dari International Diabetes Federation pada tahun 2021 memperkirakan bahwa sekitar 10,7 juta orang dewasa di Indonesia mengalami diabetes, dengan prevalensi mencapai 6,2% dari total populasi (Magliano and Boyko, 2021) jika tidak ada langkah pencegahan yang efektif, angka ini diperkirakan akan meningkat menjadi 16,09% pada tahun 2045 (Tim Riset Kesehatan Dasar 2018 (Indonesia) and Indonesia, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian di Puskesmas Tamamaung Kota Makassar, ditemukan bahwa prevalensi Diabetes Melitus (DM) mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun, dengan DM menempati urutan kedua sebagai penyakit paling umum setelah hipertensi. Peningkatan jumlah kasus DM dari 2.028 di tahun 2021 menjadi 556 dalam enam bulan pertama tahun 2022 menunjukkan urgensi untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kejadian DM (Kurnia, Arman, and Andi Rizki Amelia, 2024). Epidemiologi prevalensi Diabetes Melitus (DM) di Kota Makassar mengalami peningkatan yang signifikan. Pada periode 2020-2021, DM tercatat sebagai penyakit tidak menular yang menempati posisi ketiga dengan total kasus mencapai 30.976 pasien. Hal ini mengindikasikan bahwa angka diabetes terus meningkat, terutama jika tidak ada langkah-langkah pencegahan dan pengendalian yang efektif. Peningkatan prevalensi diabetes di Makassar dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk pola hidup tidak sehat, rendahnya kesadaran masyarakat tentang pencegahan DM, serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan yang memadai (Togubu, Dirawan and Pertiwi, 2023)



### 2.1.3 Faktor Risiko

Diabetes Melitus (DM) adalah penyakit yang dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko, yang terbagi menjadi faktor yang dapat dimodifikasi dan tidak dapat dimodifikasi

#### 2.1.3.1 Faktor Risiko yang Tidak Dapat Dimodifikasi

##### 1. Usia

Risiko diabetes meningkat seiring bertambahnya usia, terutama setelah mencapai 45 tahun. Proses penuaan sering kali disertai dengan penurunan massa otot, peningkatan lemak tubuh, dan penurunan sensitivitas insulin. Selain itu, perubahan hormonal yang terjadi seiring bertambahnya usia dapat memengaruhi metabolisme glukosa, yang pada gilirannya meningkatkan risiko terjadinya diabetes (Bodke, Wagh and Kakar, 2023).

##### 2. Riwayat Keluarga

Faktor genetik memiliki peranan yang signifikan dalam predisposisi terhadap diabetes mellitus tipe 2 (T2DM). Variasi genetik yang berdampak pada metabolisme glukosa dan respons insulin dapat diturunkan, sehingga meningkatkan risiko seseorang untuk mengembangkan diabetes. Penelitian menunjukkan bahwa individu yang memiliki riwayat keluarga diabetes cenderung memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami kondisi ini, yang mengindikasikan adanya elemen herediter yang penting dalam patogenesis diabetes (Bodke, Wagh and Kakar, 2023).

##### 3. Jenis Kelamin

Wanita, khususnya yang pernah mengalami diabetes gestasional, memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan diabetes tipe 2, sedangkan pria cenderung lebih berisiko terkait kebiasaan hidup yang tidak sehat (Salcedo *et al.*, 2020)

#### 2.1.3.2 Faktor risiko yang dapat di modifikasi

##### 1. Obesitas

Obesitas adalah faktor risiko yang dapat dimodifikasi untuk Diabetes Melitus (DM) tipe 2 dan berkontribusi melalui beberapa mekanisme ilmiah. Pertama, penumpukan lemak, terutama di area abdominal, menyebabkan resistensi insulin karena sel-sel lemak melepaskan sitokin pro-inflamasi, yang mengganggu kemampuan tubuh dalam menggunakan insulin secara efektif (Panuganti, Nguyen and Kshirsagar, 2024). Kedua, kadar asam lemak bebas yang meningkat dalam sirkulasi dapat merusak fungsi sel beta pankreas, yang bertanggung jawab untuk produksi insulin (González-Muniesa *et al.*, 2017). Ketiga, disfungsi sel beta akibat stres metabolik dan peradangan dapat menyebabkan penurunan sekresi insulin, sehingga kadar glukosa darah meningkat (Gadde *et al.*, 2018).

## 2. Aktivitas Fisik yang Rendah

Kurangnya aktivitas fisik berperan dalam peningkatan berat badan dan menurunnya sensitivitas insulin. Melakukan aktivitas fisik secara teratur dapat membantu mengontrol berat badan, meningkatkan metabolisme glukosa, serta meningkatkan respons sel terhadap insulin (Ismail, Materwala and Al Kaabi, 2021).

## 3. Diet Tidak Sehat

Pola makan yang tinggi kalori, terutama yang mengandung banyak lemak jenuh dan gula, dapat meningkatkan kemungkinan seseorang mengembangkan diabetes. Sebaliknya, pola makan yang kaya serat, sayuran, dan biji-bijian utuh dapat membantu mengatur kadar glukosa dan mengurangi risiko diabetes (Ismail et al., 2021)

## 4. Merokok

Kebiasaan merokok tidak hanya memiliki dampak negatif terhadap kesehatan paru-paru, tetapi juga dapat memengaruhi metabolisme glukosa. Merokok diketahui berhubungan dengan peningkatan resistensi insulin dan dapat menyebabkan inflamasi, yang keduanya berkontribusi pada peningkatan risiko diabetes (Ismail, Materwala and Al Kaabi, 2021)

## 5. Kualitas Tidur

Kurangnya tidur yang cukup atau kualitas tidur yang buruk dapat berdampak pada pengaturan metabolisme glukosa. Gangguan tidur, seperti sleep apnea, telah terbukti meningkatkan risiko diabetes (Ismail, Materwala and Al Kaabi, 2021)

### 2.1.4 Klasifikasi

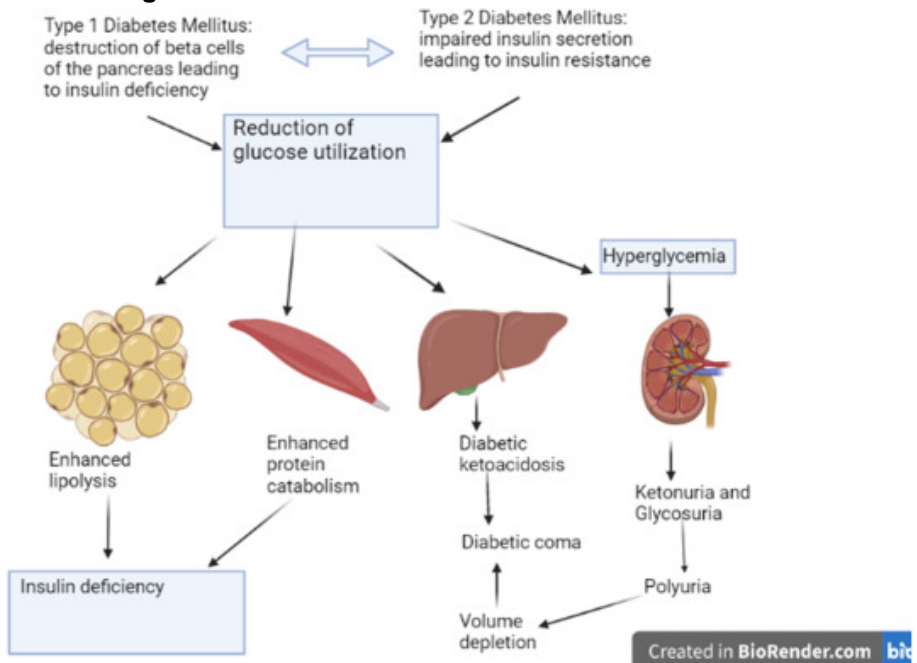
Diabetes mellitus dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis berdasarkan penyebab dan karakteristik klinisnya

1. Diabetes Mellitus Tipe 1 (T1DM) disebabkan oleh kerusakan sel beta pankreas, yang mengakibatkan kekurangan insulin. Penyakit ini sering kali muncul pada anak-anak dan remaja, meskipun dapat terjadi pada individu dari segala usia, dan ditandai dengan adanya autoantibodi yang menyerang sel penghasil insulin.
2. Diabetes Mellitus Tipe 2 (T2DM) adalah bentuk diabetes yang paling umum, yang terkait dengan resistensi insulin, di mana sel-sel tubuh menjadi kurang responsif terhadap insulin, sehingga meningkatkan kadar glukosa darah. Tipe ini umumnya muncul pada orang dewasa, namun prevalensinya juga meningkat di kalangan anak-anak dan remaja yang mengalami obesitas, dengan faktor gaya hidup dan genetika berkontribusi terhadap perkembangannya.
3. Diabetes gestasional, yang terjadi selama kehamilan, biasanya akan hilang setelah melahirkan, namun meningkatkan risiko diabetes tipe 2 di masa depan bagi ibu. Kondisi ini ditandai oleh peningkatan kadar

glukosa darah selama kehamilan, yang memerlukan pemantauan ketat untuk melindungi kesehatan ibu dan bayi.

Selain itu, terdapat diabetes yang disebabkan oleh kondisi medis atau penggunaan obat tertentu, termasuk diabetes akibat gangguan pankreas, penyakit endokrin seperti sindrom Cushing, atau penggunaan glukokortikoid. Terakhir, diabetes sekunder dapat muncul akibat penyakit lain atau pengobatan tertentu, seperti setelah operasi pankreas atau penggunaan obat antipsikotik (Ojo *et al.*, 2023).

### 2.1.5 Patofisiologi



Gambar 1.1 Patofisiologi Diabetes Mellitus

Pada diabetes mellitus tipe 1, terjadi kerusakan autoimun pada sel-sel beta pankreas yang bertanggung jawab untuk memproduksi insulin. Proses autoimun ini menyebabkan kehilangan produksi insulin secara progresif. Kerusakan sel-sel beta sering baru terdeteksi ketika pasien mengalami gejala hiperglikemia signifikan seperti polidipsia, poliuria, dan penurunan berat badan. Salah satu komplikasi serius pada diabetes tipe 1 adalah ketoasidosis diabetik (DKA). DKA terjadi akibat pemecahan lemak yang berlebihan, yang menyebabkan hati memproduksi keton dalam jumlah tinggi. Konsentrasi keton yang tinggi dapat mengubah pH darah menjadi asam, yang dapat berakibat fatal. DKA lebih sering terjadi pada anak-anak dan remaja sebagai manifestasi awal diabetes tipe 1. Karena tidak ada produksi insulin sama sekali, pasien diabetes tipe 1 menjadi

sempurnya bergantung pada terapi insulin untuk mengontrol kadar glukosa darah dan mempertahankan kelangsungan hidup mereka.

Diabetes tipe 2 ditandai oleh kombinasi resistensi insulin dan defisiensi insulin relatif. Resistensi insulin dikaitkan dengan peningkatan sitokin inflamasi dan kadar asam lemak dalam plasma, yang menghambat transportasi glukosa ke sel-sel target. Akibat resistensi insulin dan defisiensi insulin, terjadi peningkatan sekresi glukagon oleh sel-sel alfa pankreas, yang meningkatkan produksi glukosa oleh hati, memperparah hiperglikemia. Pasien diabetes tipe 2 tidak dapat meningkatkan sekresi insulin secara memadai untuk mengimbangi resistensi insulin mereka, sehingga terjadi hiperglikemia kronis. Diabetes tipe 2 sering tidak terdiagnosis dini karena perkembangannya yang lambat dan tanpa gejala jelas. Gejala seperti polidipsia, penurunan berat badan, dan gangguan penglihatan baru muncul pada tahap lanjut penyakit. Secara keseluruhan, walaupun tipe 1 dan tipe 2 memiliki mekanisme yang berbeda, keduanya mengarah pada penurunan utilisasi glukosa oleh tubuh, yang mengakibatkan manifestasi klinis dan komplikasi diabetes mellitus (Ojo *et al.*, 2023)]

## 2.1.6 Gejala dan Diagnosis

### 2.1.6.1 Gejala

1. Poliuria: Peningkatan frekuensi buang air kecil.
2. Polidipsia: Rasa haus yang berlebihan.
3. Penurunan berat badan: Penurunan berat badan yang tidak diinginkan.
4. Polifagia: Peningkatan rasa lapar.
5. Penglihatan kabur: Masalah penglihatan yang dapat terjadi.
6. Impairment of growth: Gangguan pertumbuhan (pada anak-anak).
7. Kerentanan terhadap infeksi tertentu: Peningkatan risiko infeksi (American Diabetes Association, 2011)

### 2.1.6.2 Diagnosis

Pemeriksaan glukosa plasma puasa $\geq 126$ mg/dL. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam
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 terstandaris National Glycohaemoglobin Standardization Program (NGSP) dan Diabetes Control and Complications Trial assay (DCCT)

**Tabel 2.1 Kriteria Diagnosis Diabetes Melitus (American Diabetes Association, 2010)**

Hasil pemeriksaan yang tidak memenuhi kriteria normal atau kriteria diabetes mellitus dapat dikelompokkan ke dalam kategori prediabetes, yang mencakup dua kondisi utama: Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) dan Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT). Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT) didefinisikan sebagai kadar glukosa plasma puasa yang berada dalam rentang tertentu.

1. Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT):

GDPT didefinisikan sebagai kadar glukosa plasma puasa yang berada dalam rentang 100 hingga 125 mg/dL, dengan hasil pemeriksaan Toleransi Glukosa Oral (TTGO) plasma 2-jam yang menunjukkan nilai kurang dari 140 mg/dL (Lawal, Bello and Kaoje, 2020).

2. Toleransi Glukosa Terganggu (TGT):

TGT ditandai dengan hasil pemeriksaan glukosa plasma 2-jam setelah TTGO yang menunjukkan kadar antara 140 hingga 199 mg/dL, sementara kadar glukosa plasma puasa harus kurang dari 100 mg/dL (Lawal, Bello and Kaoje, 2020)

Prediabetes dapat didiagnosis berdasarkan hasil pemeriksaan HbA1c yang menunjukkan nilai antara 5,7% hingga 6,4%. HbA1c memberikan gambaran mengenai rata-rata kadar glukosa darah dalam 2-3 bulan terakhir, menjadikannya alat penting untuk menilai risiko diabetes pada individu.

Klasifikasi	HbA1c(%)	Glukosa Darah Puasa (mg/dL)	Glukosa plasma 2 jam setelah TTGO (mg/dL)
Diabetes	≥ 6.5	≥ 126	≥ 200
Pre-Diabetes	5,7 – 6,4	100 -125	140 - 199
Normal	< 5,7	70 - 99	70 - 139

**Tabel 2.2 Tabel Kadar Tes Laboratorium Darah untuk Diagnosis Diabetes dan Prediabetes (American Diabetes Association, 2021)**

## 2.1.7 Komplikasi

### 2.1.7.1 Makrovaskular

Komplikasi makrovaskular ini mencakup kondisi yang mempengaruhi pembuluh darah besar, seperti penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit arteri perifer.

1. Penyakit Kardiovaskular:

Diabetes mellitus berkontribusi terhadap kerusakan pembuluh darah melalui hiperglikemia kronis, peradangan, dan stres oksidatif, yang semuanya berperan dalam pembentukan plak aterosklerosis serta meningkatkan risiko terjadinya serangan jantung dan stroke. Hiperglikemia mengaktifkan berbagai

jalur seluler yang berujung pada disfungsi endotel, inflamasi, dan stres oksidatif, sehingga mempercepat perkembangan penyakit jantung koroner dan stroke pada individu dengan diabetes. Kontrol glikemik yang buruk, hipertensi, dan dislipidemia merupakan faktor risiko utama yang berkontribusi pada tingginya prevalensi penyakit kardiovaskular di kalangan pasien diabetes, termasuk komplikasi makrovaskular seperti penyakit jantung koroner, stroke, dan penyakit arteri perifer (Chawla, Chawla and Jaggi, 2016).

#### 2.1.7.2 Mikrovaskular

Komplikasi mikrovaskular merupakan masalah jangka panjang yang berdampak pada pembuluh darah kecil dan umumnya terjadi pada penderita diabetes. Komplikasi ini biasanya mencakup:

##### 1. Komplikasi Ginjal (Nefropati Diabetik):

Hiperglikemia menyebabkan kerusakan pada struktur dan fungsi ginjal, yang meliputi penebalan membran basalis glomerulus, glomerulosklerosis, serta gangguan pada proses filtrasi ginjal. Aktivasi jalur metabolik seperti poliol, protein kinase C, dan pembentukan produk akhir glikasi yang maju berkontribusi pada perkembangan nefropati diabetik. Pemantauan fungsi ginjal secara berkala serta pengendalian glikemik yang baik dapat membantu mencegah atau memperlambat progresivitas nefropati diabetik (American Diabetes Association, 2018).

##### 2. Komplikasi Mata (Retinopati Diabetik)

Hiperglikemia menyebabkan kerusakan pada pembuluh darah retina, yang dapat mengakibatkan pembentukan mikroaneurisma dan perdarahan, serta berpotensi menyebabkan kebutaan. Mekanisme utama yang terlibat dalam patogenesis retinopati diabetik mencakup stres oksidatif, inflamasi, dan aktivasi jalur sinyal yang menyebabkan kerusakan pada sel endotel dan pericyte. Pemantauan kesehatan mata secara rutin dan pengendalian glukosa darah yang ketat merupakan langkah penting dalam upaya mencegah atau memperlambat progresivitas retinopati diabetik (Zheng, He and Congdon, 2012).

##### 3. Neuropati diabetik

Neuropati diabetes (DN) merupakan salah satu komplikasi kronis yang paling umum dari diabetes mellitus, bersamaan dengan komplikasi pada mata, kaki, dan kardiovaskular. Penyakit ini dapat mempengaruhi saraf pusat dan perifer, dengan fokus utama pada neuropati perifer (DPN), yang diketahui berdampak pada sekitar sepertiga pasien yang mengalaminya. Manifestasi yang paling sering terjadi pada neuropati perifer diabetes (DPN) adalah mati rasa simetris pada ekstremitas distal disertai dengan hilangnya sensasi. Sekitar 20% penderita diabetes juga dapat mengalami nyeri neuropatik akibat DPN. Jenis nyeri yang umum dialami meliputi sensasi terbakar, nyeri seperti listrik, dan nyeri tajam, serta dapat disertai pruritus, hiperalgesia, dan nyeri yang dipicu (Zhu *et al.*, 2023). Penyebab neuropati diabetes (DN) belum

sepenuhnya diketahui, namun melibatkan faktor iskemik dan metabolik. Hiperglikemia berkontribusi terhadap peningkatan resistensi vaskular, penurunan aliran darah saraf, dan penipisan mioinositol. Selain itu, jalur poliol yang diaktifkan oleh enzim aldosa reduktase menyebabkan akumulasi sorbitol dan fruktosa serta stres oksidatif. Perubahan-perubahan ini mengganggu metabolisme sel neuron, akson, dan sel Schwann, serta menghambat transportasi akson. Penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa, sorbitol, dan fruktosa dalam saraf berhubungan dengan tingkat keparahan neuropati. Hipoksia endoneural yang disebabkan oleh peningkatan resistensi vaskular memperburuk kerusakan, yang berujung pada atrofi akson dan gangguan konduksi saraf (Bansal, Kalita and Misra, 2006).

## **2.2 Profil Hematologi**

### **2.2.1 Definisi**

Profil hematologi merupakan rangkaian pemeriksaan laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis komponen darah, seperti jumlah sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit, serta parameter lainnya yang berkaitan dengan kesehatan sistem sirkulasi dan kekebalan tubuh (Hoffman, 2018). Pemeriksaan ini sangat penting dalam mendukung diagnosis berbagai kondisi medis, termasuk diabetes melitus, yang dapat berdampak pada komposisi dan fungsi darah.

### **2.2.2 Parameter**

Profil hematologi mencakup berbagai parameter yang memberikan informasi penting mengenai kesehatan pasien, terutama bagi mereka yang menderita diabetes melitus. Beberapa parameter hematologi yang relevan termasuk jumlah sel darah merah, kadar hemoglobin, hematokrit, jumlah sel darah putih, trombosit, dan hemoglobin HbA1c. Pemantauan parameter ini sangat penting untuk mendeteksi dan mengelola komplikasi yang mungkin terjadi pada pasien diabetes, adapun profil hematologi yang sering diperiksa dalam konteks diabetes melitus (DM):

#### **1. Jumlah Sel Darah Merah (RBC):**

Parameter ini mengukur jumlah sel darah merah yang beredar dalam sirkulasi. Penurunan jumlah sel darah merah dapat menjadi indikasi adanya anemia (Hoffman, 2018).

#### **2. Hemoglobin (Hb)**

Hemoglobin (Hb) merupakan protein dalam sel darah merah yang berfungsi untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Pada individu dengan diabetes mellitus (DM), rendahnya kadar hemoglobin dapat berkaitan dengan berbagai komplikasi, seperti penurunan fungsi ginjal dan peningkatan risiko penyakit jantung. Anemia, yang ditandai dengan kadar hemoglobin rendah, cukup sering terjadi pada pasien DM. Penelitian menunjukkan bahwa kadar hemoglobin yang rendah terkait dengan tingginya prevalensi nefropati (kerusakan ginjal) dan retinopati

(kerusakan retina), serta menurunnya respons  $\beta$ -sel pankreas, yang dapat mengganggu pengendalian kadar gula darah (Kwon and Ahn, 2012).

### 3. Hematokrit (Hct):

Hematokrit mengukur proporsi sel darah merah dalam total volume darah; nilai tinggi dapat mengindikasikan dehidrasi atau masalah kesehatan tertentu, sedangkan nilai rendah bisa menunjukkan anemia. Orang yang memiliki hematokrit lebih tinggi cenderung mengalami resistensi insulin, yang merupakan salah satu faktor risiko utama untuk diabetes tipe 2. Kenaikan hematokrit dapat meningkatkan viskositas darah, yang mengganggu aliran darah dan berpengaruh pada pengiriman glukosa serta insulin ke jaringan yang membutuhkannya, sehingga berkontribusi pada perkembangan diabetes dengan mengurangi efektivitas penggunaan insulin oleh tubuh (Tamariz *et al.*, 2008).

### 4. Jumlah Sel Darah Putih (WBC)

Jumlah sel darah putih (WBC) merupakan indikator penting untuk menilai respons sistem imun. Penelitian yang dilakukan di University of Gondar menunjukkan bahwa pasien diabetes mellitus (DM) memiliki jumlah WBC yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol non-diabetes. Peningkatan jumlah WBC pada pasien DM dapat menunjukkan adanya peradangan atau stres oksidatif, yang sering terjadi dalam kondisi ini. Penelitian juga mengidentifikasi korelasi positif antara jumlah WBC dan tekanan darah sistolik pada pasien DM, yang menunjukkan bahwa kondisi ini dapat berkontribusi pada risiko komplikasi diabetes (Adane *et al.*, 2021)

### 5. Trombosit (PLT):

Trombosit (PLT) merupakan sel darah yang berperan penting dalam proses pembekuan darah. Pada pasien diabetes mellitus (DM) tipe 2, terdapat peningkatan reaktivitas dan aktivasi dasar trombosit, yang membuat mereka lebih rentan terhadap agregasi. Faktor-faktor seperti hiperglikemia dan gangguan metabolisme lipid turut berkontribusi pada kondisi ini, sehingga meningkatkan risiko kejadian trombotik seperti infark miokard dan stroke (Kakouros *et al.*, 2011).

### 6. Hemoglobin A1c (HbA1c)

Hemoglobin A1c (HbA1c) adalah tes yang mengukur rata-rata kadar glukosa darah selama tiga bulan terakhir dan digunakan untuk mendiagnosis diabetes mellitus (DM). Hemoglobin, yang berfungsi mengangkut oksigen dalam darah, dapat terikat glukosa, sehingga kadar HbA1c mencerminkan kontrol glukosa. Pada pasien DM, pengukuran HbA1c sangat penting untuk menentukan efektivitas pengelolaan penyakit dan mencegah komplikasi, dengan target nilai di bawah 7% untuk mengurangi risiko komplikasi mikrovaskular, seperti retinopati dan nefropati. (Eyth and Naik, 2024)

### 7. Mean Corpuscular Volume (MCV):



Parameter ini mengukur ukuran rata-rata dari sel darah merah. MCV membantu dalam mengidentifikasi jenis anemia yang mungkin dialami pasien (Hoffman, 2018)

#### 8. Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)

Hemoglobin korpuskular rata-rata (MCH) mengacu pada jumlah rata-rata hemoglobin (HGB) yang terdapat dalam setiap sel darah merah, yang dihitung dengan membagi total HGB dengan jumlah sel darah merah (RBC). Sementara itu, volume korpuskular rata-rata (MCV) merupakan ukuran rata-rata dari sel darah merah, dan konsentrasi hemoglobin korpuskular rata-rata (MCHC) adalah rata-rata konsentrasi HGB per unit volume sel darah merah (Lin *et al.*, 2022).

## 2.3 Glukosa

### 2.3.1 Definisi

Glukosa merupakan monosakarida yang berperan sebagai sumber energi utama bagi sel-sel tubuh, dengan rumus kimia  $C_6H_{12}O_6$ . Senyawa ini dihasilkan melalui pencernaan karbohidrat dan diserap ke dalam aliran darah, di mana ia digunakan untuk menghasilkan energi melalui proses respirasi sel (Sapra and Bhandari, 2024). Regulasi kadar glukosa dalam darah dilakukan oleh hormon insulin dan glukagon yang diproduksi oleh pankreas; ketidakseimbangan dalam mekanisme ini dapat mengakibatkan terjadinya diabetes mellitus (DM) (Bandy, Sameer and Nissar, 2020). Pada individu dengan DM, khususnya tipe 2, ditemukan resistensi terhadap insulin yang menyebabkan glukosa tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh sel, sehingga mengakibatkan peningkatan kadar glukosa dalam darah (Schuster and Duvuuri, 2002).

### 2.3.2 Metode Pengukuran

#### 1. Pengukuran Glukosa Darah Puasa

Pengukuran glukosa darah puasa merupakan metode diagnostik yang krusial untuk mengevaluasi kadar glukosa dalam darah setelah pasien tidak makan selama setidaknya 8 jam, dengan tujuan memperoleh hasil yang tepat tanpa pengaruh dari makanan. Kadar glukosa darah puasa yang dianggap normal adalah di bawah 100 mg/dL, sementara kadar antara 100-125 mg/dL mengindikasikan prediabetes, dan kadar 126 mg/dL atau lebih pada dua pengukuran yang terpisah menunjukkan adanya diabetes mellitus (Sapra and Bhandari, 2024).

#### 2. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) adalah prosedur yang digunakan untuk mendiagnosis diabetes mellitus serta gangguan toleransi glukosa. Proses ini dimulai dengan pengukuran kadar glukosa darah setelah pasien berpuasa minimal 8 jam, kemudian dilanjutkan dengan pemberian larutan glukosa sebanyak 75 gram, dan diakhiri dengan pengukuran kadar glukosa darah pada interval 1 dan 2 jam setelah mengonsumsi larutan tersebut. Hasil dari TTGO dianggap normal jika kadar glukosa 2 jam setelah beban glukosa kurang dari 140 mg/dL, menunjukkan toleransi

glukosa terganggu jika berada di antara 140-199 mg/dL, dan mengindikasikan diabetes mellitus jika 200 mg/dL atau lebih. TTGO juga sangat bermanfaat untuk mendeteksi diabetes gestasional pada wanita hamil dan untuk mengevaluasi risiko diabetes tipe 2 pada individu yang berisiko tinggi (American Diabetes Association, 2021).

### 3. Pengukuran Glukosa Darah Acak

Pengukuran glukosa darah acak adalah teknik yang digunakan untuk menentukan kadar glukosa dalam darah tanpa mempertimbangkan waktu makan terakhir pasien. Prosedur ini dilakukan dengan pengambilan sampel darah pada waktu kapan saja, sehingga hasilnya dapat memberikan informasi langsung tentang status glukosa seseorang. Dalam konteks diabetes mellitus, kadar glukosa darah acak yang mencapai 200 mg/dL atau lebih, terutama jika disertai dengan gejala seperti poliuria, polidipsia, dan penurunan berat badan, dapat digunakan untuk mendiagnosis diabetes. Metode ini sangat bermanfaat dalam situasi darurat dan untuk pemantauan rutin pada pasien diabetes, karena memberikan hasil yang cepat dan mudah diakses (Wulandari *et al.*, 2024)

### 4. Hemoglobin A1c (HbA1c)

Metode pengukuran glukosa HbA1c adalah tes yang digunakan untuk menilai kontrol glikemik jangka panjang pada pasien, khususnya penderita diabetes. Tes ini mengukur persentase hemoglobin yang terikat glukosa dalam darah, yang mencerminkan rata-rata kadar glukosa selama 2-3 bulan terakhir. HbA1c diukur melalui pengambilan sampel darah, baik dari vena maupun secara kapiler. Hasil pengukuran dikategorikan sebagai berikut: nilai di bawah 5,7% dianggap normal, antara 5,7% hingga 6,4% menunjukkan prediabetes, dan 6,5% atau lebih mengindikasikan diabetes. Pengujian HbA1c sangat penting untuk memantau efektivitas terapi diabetes dan mengurangi risiko komplikasi jangka panjang. Oleh karena itu, pemeriksaan ini direkomendasikan secara berkala, dengan frekuensi yang disesuaikan berdasarkan stabilitas kontrol glikemik pasien (Eyth and Naik, 2024).

### 5. Pengukuran Glukosa Menggunakan Alat Glukometer

Pengukuran glukosa menggunakan alat glukometer merupakan metode yang sering digunakan untuk secara cepat dan praktis memantau kadar glukosa darah. Cara kerja alat ini melibatkan pengambilan sampel darah dari ujung jari, yang kemudian dianalisis melalui reaksi kimia pada strip tes. Hasil pengukuran dapat diperoleh dalam waktu singkat dan biasanya ditampilkan dalam satuan mg/dL atau mmol/L. Meskipun alat ini mudah digunakan, akurasi hasil pengukuran dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk teknik pengambilan sampel dan kondisi lingkungan. Alat glukometer sangat bermanfaat bagi pasien diabetes dalam mengelola kadar glukosa secara mandiri, sehingga membantu mereka dalam pengambilan keputusan terkait diet, aktivitas fisik, dan pengobatan. (Eyth and Naik, 2024)

#### 6. Continuous Glucose Monitoring (CGM)

Continuous Glucose Monitoring (CGM) merupakan teknologi yang memungkinkan pemantauan kadar glukosa secara real-time, memberikan informasi langsung mengenai fluktuasi kadar glukosa dalam tubuh. Dengan adanya fitur pemberitahuan dan alarm, CGM dapat membantu pengguna untuk merespons dengan cepat terhadap kondisi hipoglikemia atau hiperglikemia. Meskipun CGM menawarkan manfaat yang signifikan dalam manajemen diabetes, adopsinya masih terhambat oleh beberapa tantangan, seperti biaya yang tinggi, kebutuhan untuk kalibrasi, dan kurangnya pelatihan bagi tenaga medis dalam menginterpretasikan data (Rodbard, 2016)