HUBUNGAN KADAR HEMOGLOBIN DENGAN INDEKS MASSA TUBUH PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

PROPOSAL SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

Vera Hani Nur Amellia
030002000130

UNIVERSITAS TRISAKTI
FAKULTAS KEDOKTERAN
JAKARTA 2026

Bidang Ilmu : Biomedik Klinis

PROPOSAL SKRIPSI

JUDUL

HUBUNGAN KADAR HEMOGLOBIN DENGAN INDEKS MASSA TUBUH PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Kedokteran

(Vera Hani Nur Amellia 030002000130)

PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TRISAKTI
FAKULTAS KEDOKTERAN
JAKARTA, JANUARI 2026

PERSETUJUAN

Proposal Skripsi

Judul :

HUBUNGAN KADAR HEMOGLOBIN DENGAN INDEKS MASSA TUBUH PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

Nama mahasiswa : Vera Hani Nur Amellia

NIM 030002000130

Telah disetujui untuk diuji di hadapan

Tim Penguji Proposal Skripsi

Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti

Pada Hari Kamis, Tanggal 08 Januari 2026

Pembimbing

(Prof. Dr. dr. Pusparini, Sp. Subs. K.V. (K)

NIK : 2262/USAKTI

PENGESAHAN PROPOSAL

Judul :

HUBUNGAN KADAR HEMOGLOBIN DENGAN INDEKS MASSA TUBUH PADA PASIEN DIABETES MELITUS TIPE 2

VERA HANI NUR AMELLIA
030002000130

Telah diuji dan disahkan di hadapan **Dewan Penguji Proposal Skripsi**
Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti
Pada Hari Kamis, Tanggal 08 Januari 2026

Pembimbing

Nama : Prof. Dr. dr. Pusparini, Sp. Subs. K.V. (K) ..……

NIK : 2262/USAKTI

Penguji I

Nama : Dr. dr. Yenny, Sp.FK ...……

NIK : 2613/USAKTI

Penguji II

Nama : dr. Sisca, M.Biomed ...……

NIK : 3560/Usakti

Jakarta 08 Januari 2026
Dekan FK Trisakti

Dr. dr. Yenny, Sp.FK
NIK : 2613/USAKTI

PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Vera Hani Nur Amellia
NIM	: 030002000130
Program Studi	: Kedokteran
Alamat Korespondensi	: Jl. Putri Tunggal No.001
Telepon / Mobile	: 08558939092
E-mail	: vera030002000130@std.trisakti.ac.id
Judul Skripsi	: Hubungan Kadar Hemoglobin dengan Indeks Massa Tubuh pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2

Dengan ini menyatakan bahwa proposal skripsi yang penulis tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya ilmiah penulis sendiri, Proposal skripsi ini belum pernah diajukan sebagai suatu karya ilmiah untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka,

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan proposal skripsi ini merupakan hasil karya orang lain, maka penulis bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan SK Permendiknas NO.17 tahun 2010 tetang pencegahan dan penanggulangan plagiat di perguruan tinggi.

Demikan pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 08 Januari 2026

Vera Hani Nur Amellia

030002000130

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan proposal skripsi yang berjudul "Hubungan Kadar Hemoglobin dengan Indeks Massa Tubuh pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2" tepat pada waktunya.

Penyusunan proposal skripsi ini merupakan salah satu tahapan penting dalam proses akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran. Melalui penyusunan proposal ini, penulis tidak hanya belajar menyusun penelitian secara ilmiah, tetapi juga belajar mengenai ketekunan, kesabaran, serta bagaimana mengelola waktu dan tanggung jawab. Proses ini menjadi pembelajaran berharga tentang bagaiman teori yang dipelajari di bangku kuliah dapat diterapkan dalam bentuk penelitian yang nyata dan bermakna bagi masyarakat.

Proses penyusunan proposal ini tentu bukan hal yang mudah. Ada banyak tantangan yang harus dilalui, mulai dari mencari sumber literatur yang relevan, memahami konsep-konsep ilmiah, hingga menata gagasan menjadi tulisan yang utuh dan sistematis. Namun, dinalik setiap kesulitan tersebut, penulis menemukan arti dari perjuangan dan ketekunan bahwa setiap langkah kecil menuju ilmu adalah bagian dari ibadah yang besar.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan mendalam kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, dan semangat selama proses penyusunan proposal ini berlangsung :

1. Puji syukur kepada Allah SWT atas anugeran dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapatmenyelsaikan proposal skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Dr. dr. Yenny, Sp.FK, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti
3. Prof. Dr. dr. Pusparini, Sp.PK, Subsp.K.V.(K), selaku dosen pembimbing dalam penyusunan proposal skripsi ini yang telah membimbing, memberikan waktu, tenaga dan pikiran serta arahan dalam penyusunan proposal skirpis ini.

4. dr. Andini Aswar, Sp.S, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan berbagai bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.
5. Segenap dosen Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti yang senantiasa menyalakan semangat belajar serta memberikan teladan dalam berpikir ilmiah dan profesional.
6. Pihak Rumah Sakit X, yang telah memberikan izin, bantuan, dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapa dan Mama atas doa yang tak putus, kasih yang tak terhingga, dan pengorbanan yang menjadi alasan terbesar penulis untuk terus berjuang.
8. Abang dan adik tersayang, Afrio dan Irfiana atas perhatian yang mungkin tak selalu terucap, namun tercermin melalui kepedulian dan kepercayaan yang senantiasa diberikan kepada penulis.
9. Teman-teman dalam grup “911” dan “girls”, atas kebersamaan dan dukungan yang senantiasa diberikan dalam setiap proses kehidupan penulis.
10. Bripda Yogi Zul Rizky, atas waktu yang senantiasa diluangkan, dukungan yang diberikan dengan penuh kesungguhan, kesabaran yang sangat luas, pengorbanan yang tidak sedikit, serta kesediaan untuk mendengarkan setiap keluh kesah penulis dengan perhatian dan ketulusan.
11. Yatin Nurul Mustofa, atas kesediaan untuk selalu hadir dan membantu tanpa ragu, perhatian yang diberikan dengan tulus, serta dukungan yang senantiasa menguatkan penulis, terutama ketika berada dalam kesulitan.
12. Teman kuliah Riftiya dan Baitya yang sudah menemani dan mendengarkan keluh kesah penulis disaat sedih ataupun senang, serta selalu memberikan semangat.
13. Keluarga besar yang telah mendukung, mendoakan, serta memotivasi penulis untuk meraih cita-cita.
14. Beserta rekan dan pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERSETUJUAN ..... **ii**
PENGESAHAN PROPOSAL ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL SKRIPSI ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xii**

BAB I PENDAHULUAN 1
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 Hipotesis 3
1.5 Manfaat 3
1.5.1 Manfaat bagi Ilmu Pengetahuan 3
1.5.2 Manfaat bagi Profesi atau Institusi 4
1.5.3 Manfaat bagi Masyarakat 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN RINGKASAN PUSTAKA 5
2.1 Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) 5
2.1.1 Pengertian DMT2 5
2.1.2 Klasifikasi 5
2.1.3 Etiologi dan Faktor Risiko 6
2.1.4 Patofisiologi 8
2.1.5 Manifestasi Klinis 10
2.1.6 Komplikasi 11
2.2 Indeks Massa Tubuh (IMT) 12
2.2.1 Pengertian 12
2.2.2 Kategori IMT Menurut WHO Asia-Paific 13

2.2.3 Faktor yang memengaruhi IMT 13
2.3 Hemoglobin (Hb) 14
2.3.1 Pengertian Hb 14
2.3.2 Fungsi Hb 15
2.3.3 Kadar Hb 15
2.3.4 Faktor yang memengaruhi kadar Hb 16
2.3.5 Dampak Hb rendah 17
2.4 Hubungan Kadar Hb dengan IMT pada Pasien DMT2 18
2.5 Ringkasan Pustaka 20
2.6 Kerangka Teori 23

BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL 24
3.1 Kerangka Konsep 24
3.2 Variabel Penelitian 24
3.2.1 Variabel Bebas 24
3.2.2 Variabel Tergantung 24
3.3 Definisi Operasional 25

BAB IV METODE PENELITIAN 26
4.1 Desain Penelitian 26
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 26
4.3 Populasi, subjek dan Sampel Penelitian 26
4.3.1 Populasi Target 26
4.3.2 Subjek Sampel 27
4.4 Sampel Penelitian 27
4.5 Cara Pengambilan Sampel 28
4.6 Bahan dan Instrumen 29
4.7 Analisis Data 29
4.7.1 Analisis Univariat 29
4.7.2 Analisis Bivariat 30
4.8 Alur Kerja Penelitian 31
4.9 Etika Penelitian 32
4.10 Penjadwalan Penelitian 32
4.11 Pembiayaan Penelitian 33

DAFTAR PUSTAKA 34
LAMPIRAN 41

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Kadar Hemoglobin 16
Tabel 2. Ringkasan Pustaka..... 22
Tabel 3. Definisi Operasioal..... 26
Tabel 4. Penjadwalan penelitian..... 34

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Kerangka Teori 24
Gambar 2. Kerangka Konsep..... 25
Gambar 3. Alur Kerja Penelitian 33

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 *dummy table* 43
Lampiran 2 Hubungan Kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2 44

DAFTAR SINGKATAN

DM	: Diabetes Miletus
DMT2	: Diabetes Melitus Tipe 2
Hb	: Hemoglobin
HbA1c	: Hemoglobin A1c
IMT	: Indeks Masa Tubuh
IDF	: *International Diabetes Federation*
Riskesdas	: Riset Kesehatan Dasar
WHO	: *World Health Organization*
ADA	: *American Diabetes Association*
MODY	: *Maturity-Onset Diabetes of the Young*
HDL	: *High-Density Lipoprotein*
TNF-α	: *Tumor Necrosis Factor Alpha*
IL-6	: *Interleukin-6*
ROS	: *Reactive Oxygen Species*
CAD	: Penyakit jantung coroner
PAD	: Penyakit arteri perifer
O_2	: Oksigen (dalam bentuk gas molekul)
CO_2	: Karbon dioksida
Fe^{2+}	: Ion Besi Ferro
HbO_2	: Oksihemoglobin
GDP	: Gula Darah Puasa
GD2PP	: Gula Darah 2 jam Postprandial
Kg	: Kilogram
BB	: Berat Badan
TB	: Tinggi Badan

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus tipe 2 merupakan salah satu penyakit metabolik kronis yang prevalensinya terus mengalami peningkatan baik secara global maupun nasional.(1) *International Diabetes Federation* (IDF) tahun 2024 melaporkan bahwa Indonesia menempati peringkat kelima dunia dengan jumlah penderita diabetes terbanyak, dengan estimasi 19,5 juta kasus pada tahun 2021. Insidensi DMT2 di Indonesia.(2) Secara nasional, prevalensi DMT2 di Indonesia menunjukkan peningkatan, dari 8,5 persen berdasarkan Riskesdas 2018 menjadi sekitar 11,7 persen menurut Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 yang dirilis oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, dengan mayoritas kasus merupakan DMT2.(3) Pada pasien DMT2, IMT merupakan indikator penting yang mencerminkan status gizi dan keseimbangan energi tubuh yang berkaitan dengan risiko gangguan metabolik, komplikasi penyakit, dan kualitas hidup pasien.(4)

Indeks Massa Tubuh pada pasien DMT2 dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko, antara lain pola makan tinggi kalori dan lemak, rendahnya aktivitas fisik, usia, jenis kelamin, faktor genetik, kondisi hormonal, serta status metabolik seperti resistensi insulin dan inflamasi kronik.(5) Faktor pengaruh lainnya adalah kadar Hb, yang mencerminkan status nutrisi dan kondisi metabolik tubuh sehingga berkaitan dengan regulasi berat badan dan IMT.(6) Selain itu, faktor psikososial, gangguan tidur, stres, serta penggunaan obat antidiabetes juga dapat memengaruhi perubahan berat badan dan IMT.(7) Kadar Hb sebagai parameter status hematologis juga diduga berperan dalam memengaruhi IMT karena Hb berkaitan dengan kapasitas transportasi oksigen yang memengaruhi tingkat kelelahan, toleransi aktivitas fisik, dan metabolisme energi. Penurunan Hb dapat menyebabkan penurunan aktivitas fisik dan gangguan keseimbangan energi yang pada akhirnya berkontribusi terhadap perubahan IMT pada pasien DMT2.(6)

Hemoglobin merupakan protein utama dalam eritrosit yang berfungsi mengikat dan mengangkut oksigen ke jaringan tubuh. Kadar Hb yang rendah

menyebabkan hipoksia jaringan, kelelahan, penurunan kapasitas kerja fisik, serta gangguan metabolisme aerobik.[8] Pada pasien penyakit kronik termasuk DMT2, anemia sering terjadi akibat inflamasi kronik, gangguan fungsi ginjal, dan gangguan metabolisme zat besi.[9] Kondisi ini dapat memperburuk status fungsional pasien, mengurangi aktivitas fisik, serta memengaruhi keseimbangan energi tubuh yang pada akhirnya berdampak pada perubahan IMT. Oleh karena itu, Hb dipandang sebagai variabel yang berpotensi memengaruhi status gizi dan IMT pada pasien DMT2.

Temuan mengenai keterkaitan antara IMT dan kadar hb turut diperkuat oleh beberapa penelitian sebelumnya. Penelitian oleh Nafisa *et al*. pada 28 subjek menunjukkan bahwa IMT memiliki hubungan signifikan dengan kadar hb, dibuktikan dengan nilai p=0,002 dan kekuatan hubungan r= 0,571.[10] Pola serupa juga terlihat pada penelitian Saputra *et al*. terhadap 56 pasien DMT2, analisis statistik menunjukkan korelasi positif kuat antara IMT dan HbA1c dengan p=0,000 dan r=0,600, menandakan bahwa semakin tinggi IMT, semakin buruk kontrol glikemik yang tercermin dari kenaikan HbA1c.[11]

Hasil yang berbeda ditunjukkan oleh penelitian Purwaningsih H, yang melibatkan 139 pasien DMT2 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara IMT dan kadar HbA1c dengan nilai p = 0,447.[12]

Berdasarkan variasi hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara IMT dan parameter metabolik maupun hematologis, termasuk kadar hb dan kontrol glikemik, masih menunjukkan ketidakkonsistenan antar populasi dan konteks penelitian. Perbedaan karakteristik subjek, metode pengukuran, ukuran sampel, serta faktor perancu seperti usia, lama menderita diabetes, status nutrisi, dan komorbiditas diduga turut memengaruhi variasi hasil tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji hubungan antara IMT dan kadar hb secara spesifik pada pasien DMT2 dalam konteks populasi lokal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai keterkaitan status gizi dan kondisi hematologis pada pasien DMT2, serta menjadi dasar dalam perencanaan intervensi promotif, preventif, dan klinis yang lebih tepat sasaran dalam pengelolaan pasien DMT2.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat hubungan antara kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas, penelitian ini memiliki tujuan umum dan tujuan khusus yang berusaha untuk dicapai, antara lain:

1.3.1 Tujuan Umum

Meningkatkan kualitas hidup penderita DMT2 dengan menilai hubungan antara kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2.

1.3.1 Tujuan Khusus

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui distribusi karakteristik jenis kelamin dan usia pada pasien DMT2
2. Mengetahui kadar Hb pada pasien DMT2
3. Mengetahui IMT pada pasien DMT2
4. Mengetahui hubungan antara kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2

1.4 Hipotesis

Terdapat hubungan yang signifikan antara kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan, bagi profesi dan institusi, serta bagi masyarakat luas.

.

1.5.1 Manfaat bagi Ilmu Pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan wawasan terkait dengan hubungan antara kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2 serta

memberikan pengalaman dan gambaran terhadap peneliti selanjutnya dalam melakukan penelitian serupa.

1.5.2 Manfaat bagi Profesi atau Institusi

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman ilmiah di bidang medis, khususnya dalam bidang ilmu gizi klinik dan hematologi, mengenai hubungan antara IMT dengan kadar Hb pada pasien penderita DMT2. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi tenaga kesehatan dalam melakukan deteksi dini dan penatalaksanaan kondisi yang berkaitan dengan status gizi dan kadar Hb terutama pada pasien DMT2, serta sebagai dasar dalam pengembangan program promotif dan preventif di lingkungan rumah sakit.

1.5.3 Manfaat bagi Masyarakat

Melalui penelitian ini, penulis berharap hasil yang diperoleh dapat menjadi sumber informasi dan edukasi bagi masyarakat mengenai pentingnya menjaga keseimbangan gizi serta berat badan ideal untuk mempertahankan kadar Hb dalam batas normal. Dengan meningkatnya kesadaran akan hubungan antara status gizi dan kadar Hb, masyarakat, terutama pasien penderita DMT2, lebih peduli terhadap pola makan, kesehatan tubuh, serta pencegahan sehingga pasien dengan penderita DMT2 dapat lebih meminimalisir kemungkinan komplikasi lain yang dapat timbul akibat IMT dan Hb yang tidak seimbang.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN RINGKASAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2)

2.1.1 Pengertian DMT2

Diabetes melitus tipe 2 adalah kondisi kronis yang berkaitan dengan metabolisme tubuh, yang ditandai naiknya kadar gula darah karena tubuh kurang responsif terhadap insulin atau karena produksi hormon tersebut tidak memadai. Hal ini mengganggu kemampuan tubuh untuk memanfaatkan glukosa sebagai bahan bakar energi. Jenis diabetes ini merupakan yang paling sering ditemui dan biasanya berkembang pada orang dewasa, meskipun tidak jarang pula muncul di kalangan anak-anak dan remaja.[3,13]

Diabetes melitus tipe 2 mencakup sekitar sembilan puluh persen dari seluruh kasus diabetes. Kondisi ini ditandai oleh menurunnya respon tubuh terhadap insulin serta dapat disertai gangguan pada kemampuan pankreas dalam menghasilkan hormon tersebut. Secara klinis, DMT2 mulai muncul ketika produksi insulin tidak lagi mencukupi untuk mengatasi peningkatan resistensi insulin, sehingga kadar glukosa darah menjadi tidak teratur dan sulit dikendalikan.[14]

2.1.2 Klasifikasi

Diabetes melitus dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama berdasarkan etiologi dan mekanisme terjadinya penyakit. Secara umum WHO dan *American Diabetes Association* (ADA) mengklasifikasikan diabetes menjadi empat kelompok besar.

1. Diabetes Melitus Tipe 1

   Diabetes Melitus Tipe 1 yaitu kondisi yang muncul akibat kerusakan sel beta pankreas sehingga tubuh mengalami kekurangan insulin yang bersifat hampir total. Proses ini umumnya berkaitan dengan reaksi autoimun, meskipun terdapat bentuk idiopatik yang tidak menunjukkan tanda autoimunitas.[15]

2. Diabetes Melitus Tipe 2

   Bentuk diabetes yang paling umum ditemukan pada populasi dewasa. Diabetes tipe ini terjadi akibat resistensi insulin yang disertai gangguan sekresi insulin secara progresif. Walaupun pankreas masih mampu menghasilkan insulin, efektivitas hormon tersebut dalam mengatur kadar glukosa darah menurun secara signifikan. Faktor genetik, obesitas, dan gaya hidup berperan penting dalam perkembangan diabetes tipe ini.[15]

3. Diabetes Gestasional

   Diabetes gestasional didefinisikan sebagai intoleransi glukosa yang pertama kali terdeteksi selama kehamilan. Perubahan endokrin fisiologis yang meningkatkan resistensi insulin pada masa gestasi dapat mengganggu homeostasis glukosa dan menimbulkan hiperglikemia. Kondisi ini memerlukan pemantauan ketat karena berpotensi meningkatkan risiko komplikasi maternal maupun janin.[16]

4. Diabetes Tipe Lain yang Bersifat Spesifik (*Other Specific Types*)

   Kategori ini mencakup berbagai tipe diabetes dengan etiologi yang lebih jelas dan spesifik, antara lain kelainan genetik yang memengaruhi fungsi sel beta seperti *Maturity-Onset Diabetes of the Young* (MODY), kerusakan pankreas akibat penyakit atau tindakan pembedahan, gangguan hormonal tertentu, serta diabetes yang dipicu oleh penggunaan obat-obatan atau paparan bahan kimia. Klasifikasi ini penting karena setiap subtipe memiliki karakteristik klinis dan pendekatan terapeutik yang berbeda.[13]

2.1.3 Etiologi dan Faktor Risiko

Diabetes melitus tipe 2 merupakan penyakit metabolik kronis yang berkembang melalui proses resistensi insulin dan penurunan fungsi sel beta pankreas. Pada tahap awal, tubuh masih mampu menghasilkan insulin, tetapi jaringan perifer seperti otot dan hati tidak merespons secara optimal, sehingga glukosa tidak dapat dimanfaatkan secara efektif. Kondisi resistensi ini berlanjut hingga pankreas tidak lagi mampu mengimbangi kebutuhan insulin, sehingga kadar glukosa darah meningkat secara persisten.[17]

Sejumlah penelitian Indonesia menunjukkan bahwa faktor genetik memiliki peranan penting dalam etiologi DMT2. Individu dengan riwayat keluarga penderita diabetes memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengalami gangguan metabolik serupa, yang menunjukkan adanya predisposisi herediter.[18] Penelitian lain juga menegaskan bahwa gangguan fungsi sel beta pankreas dapat muncul lebih cepat pada individu yang memiliki kecenderungan genetik, sehingga risiko perkembangan diabetes meningkat ketika faktor lingkungan yang tidak sehat ikut mendukung.[19]

Selain faktor genetik, obesitas khususnya obesitas sentral memegang peran signifikan dalam memicu resistensi insulin. Penimbunan lemak di area abdominal menyebabkan peningkatan sekresi sitokin inflamasi yang dapat mengganggu mekanisme kerja insulin.[20] Kondisi ini juga berhubungan erat dengan peningkatan stres oksidatif dan peradangan kronis tingkat rendah yang mempercepat disfungsi sel beta pankreas, sehingga memperburuk kontrol glukosa darah.[21]

Faktor risiko lain yang sering ditemukan dalam penelitian lain adalah kurangnya aktivitas fisik. Masyarakat dengan gaya hidup sedentari umumnya memiliki kemampuan metabolisme glukosa yang lebih rendah, karena aktivitas fisik berperan besar dalam meningkatkan sensitivitas insulin dan membantu pemanfaatan glukosa oleh otot rangka.[18] Selain itu, pola makan tinggi kalori, konsumsi makanan cepat saji, minuman manis, serta rendahnya asupan serat juga berkontribusi terhadap peningkatan risiko D MT2 di berbagai daerah Indonesia.[21]

Beberapa penelitian juga menggambarkan bahwa hipertensi dan dislipidemia menjadi faktor komorbid yang memperbesar risiko diabetes. Kondisi tersebut merupakan bagian dari sindrom metabolik, yang sering ditemukan pada individu dengan obesitas atau pola hidup tidak sehat.[22] Kombinasi hipertensi, kadar trigliserida tinggi, dan penurunan HDL berkaitan erat dengan terjadinya resistensi insulin serta gangguan metabolisme glukosa.[23]

Faktor sosial-ekonomi dan tingkat pendidikan kesehatan turut memengaruhi kejadian diabetes dalam populasi. Penelitian Indonesia menunjukkan bahwa kurangnya pengetahuan mengenai pola makan sehat, akses terbatas terhadap fasilitas olahraga, serta kebiasaan konsumsi makanan berenergi tinggi merupakan

faktor yang sering ditemukan pada kelompok masyarakat dengan prevalensi diabetes lebih tinggi.[24]

Secara keseluruhan, etiologi dan faktor risiko DMT2 menunjukkan keterkaitan kuat antara predisposisi genetik dan gaya hidup modern. Pemahaman ini menegaskan perlunya intervensi yang menitikberatkan pada edukasi kesehatan, pengendalian berat badan, perbaikan pola makan, serta peningkatan aktivitas fisik sebagai strategi pencegahan utama.

2.1.4 Patofisiologi

Pada tahap awal perkembangan DMT2, mekanisme utama yang muncul adalah resistensi insulin, yaitu kondisi ketika jaringan perifer seperti otot rangka dan hati tidak mampu merespons insulin secara optimal. Resistensi ini menyebabkan glukosa tidak dapat masuk ke sel secara efisien, sehingga tubuh membutuhkan kadar insulin yang lebih tinggi untuk mempertahankan normoglikemia. Studi lokal menunjukkan bahwa faktor seperti peningkatan lemak viseral dan kurangnya aktivitas fisik merupakan pemicu awal terbentuknya resistensi insulin di masyarakat Indonesia.[18]

Seiring berkembangnya resistensi insulin, pankreas mencoba mengatasi kondisi tersebut dengan meningkatkan sekresi insulin. Namun, peningkatan beban kerja ini tidak berlangsung lama karena sel beta mengalami kelelahan dan penurunan kemampuan dalam memproduksi insulin. Penelitian Indonesia menyatakan bahwa kegagalan progresif sel beta merupakan proses kunci yang menyebabkan peralihan dari intoleransi glukosa menuju DMT2.[19]

Selain kegagalan sel beta, kondisi lipotoksisitas akibat tingginya akumulasi asam lemak bebas turut berperan memperburuk patofisiologi penyakit. Kelebihan asam lemak menyebabkan gangguan fungsi mitokondria dan memicu proses inflamasi yang menghambat kerja insulin sekaligus merusak sel beta. Hal ini didukung oleh penelitian Indonesia yang menemukan bahwa kadar trigliserida tinggi dan distribusi lemak abdominal yang tidak normal berkaitan erat dengan penurunan sensitivitas insulin.[25]

Gangguan lain yang turut berperan adalah terjadinya glukotoksisitas, yaitu paparan glukosa yang berlebihan secara kronis akibat hiperglikemia yang tidak terkontrol. Paparan glukosa yang tinggi dalam jangka panjang menurunkan ekspresi gen yang berperan dalam sekresi insulin serta mempercepat apoptosis sel beta pankreas. Penelitian nasional menunjukkan bahwa glukotoksisitas merupakan salah satu faktor yang mempertahankan siklus hiperglikemia, membuat regulasi glukosa semakin sulit diatasi.[20]

Selain itu, peningkatan hormon kontra-regulator seperti glukagon juga berperan dalam memperburuk kondisi hiperglikemia. Peningkatan produksi glukagon menyebabkan hati melepaskan glukosa dalam jumlah lebih besar melalui proses glukoneogenesis, sehingga kadar glukosa puasa meningkat. Penelitian berbasis populasi Indonesia membuktikan bahwa disregulasi glukagon berkaitan dengan peningkatan kadar glukosa darah meskipun kadar insulin masih relatif tinggi pada tahap awal penyakit.[26]

Disfungsi jaringan adiposa turut memperburuk patofisiologi DMT2. Pada obesitas, jaringan adiposa mengalami perubahan fungsi dan melepaskan berbagai adipokin proinflamasi seperti TNF-α dan IL-6. Molekul inflamasi ini mengganggu jalur sinyal insulin dan meningkatkan resistensi insulin sistemik. Beberapa penelitian Indonesia melaporkan bahwa individu dengan obesitas abdominal memiliki kadar adipokin inflamasi yang lebih tinggi dan lebih rentan terhadap DMT2.[27]

Mekanisme yang tidak kalah penting adalah peran stres oksidatif, yaitu kondisi ketika produksi radikal bebas melebihi kapasitas antioksidan tubuh. Stres oksidatif menurunkan sensitivitas insulin dan mempercepat kerusakan sel beta melalui pembentukan *reactive oxygen species* (ROS). Studi Indonesia menunjukkan adanya hubungan antara biomarker stres oksidatif dengan derajat hiperglikemia pada penderita DMT2 menguatkan dugaan bahwa stres oksidatif menjadi komponen penting dalam progresivitas penyakit.[27]

2.1.5 Manifestasi Klinis

Pada seseorang yang mengalami DMT2, berbagai gejala klinis dapat timbul seiring meningkatnya kadar glukosa darah, meskipun pada awalnya sering terabaikan.

1. Poliuria

   Kondisi ini ditandai dengan peningkatan volume urin serta frekuensi berkemih. Hal tersebut terjadi karena ginjal menarik lebih banyak air ke dalam urin untuk mengurangi konsentrasi glukosa yang berlebih, sehingga urin menjadi lebih encer.

2. Polidipsia

   Kehilangan cairan yang signifikan melalui urin menyebabkan tubuh mengalami dehidrasi. Sebagai respon, muncul rasa haus yang berlebihan sehingga penderita merasa perlu minum lebih sering dari biasanya.

3. Polifagia

   Gangguan pemanfaatan glukosa oleh sel membuat tubuh kekurangan energi. Keadaan ini memicu peningkatan rasa lapar, sehingga individu merasa ingin makan terus-menerus meskipun kadar glukosa darah tinggi.

4. Penurunan berat badan dan rasa lemah

   Pada beberapa pasien, berkurangnya kemampuan tubuh menggunakan glukosa sebagai sumber energi menyebabkan terjadinya penurunan berat badan yang tidak disengaja disertai keluhan mudah lelah.

5. Kesemutan, rasa gatal, dan penglihatan kabur

   Hiperglikemia dapat menimbulkan gangguan pada saraf perifer yang memunculkan sensasi kesemutan, serta perubahan pada kulit yang menyebabkan rasa gatal. Kadar glukosa yang tidak stabil juga dapat memengaruhi lensa mata sehingga penglihatan menjadi kabur.

6. Gangguan fungsi seksual

   Pada Laki-laki, hiperglikemia kronis dapat memengaruhi aliran darah dan fungsi saraf sehingga menimbulkan disfungsi ereksi. Pada perempuan, kondisi ini dapat menyebabkan pruritus vulva akibat perubahan keseimbangan flora dan meningkatnya risiko infeksi.[28]

2.1.6 Komplikasi

1. Komplikasi Mikrovaskular

Komplikasi mikrovaskular pada DMT2 terjadi akibat kerusakan pembuluh darah kecil yang disebabkan oleh paparan hiperglikemia kronis. Salah satu bentuk komplikasi mikrovaskular adalah retinopati diabetik, yaitu kerusakan kapiler retina yang dapat menimbulkan perdarahan, edema, serta gangguan penglihatan progresif hingga kebutaan apabila tidak ditangani dengan baik. Kondisi ini berkembang akibat perubahan struktur dan peningkatan permeabilitas kapiler retina sebagai dampak hiperglikemia jangka panjang.[29]

Selain itu, nefropati diabetik merupakan komplikasi yang sering ditemukan pada penderita DMT2. Hiperglikemia jangka panjang dapat merusak glomerulus dan menimbulkan albuminuria, penurunan filtrasi ginjal, hingga berakhir pada gagal ginjal kronis. Kondisi ini merupakan salah satu komplikasi mikrovaskular paling sering ditemukan pada pasien DMT2 di berbagai populasi, termasuk Indonesia.[30]

Komplikasi mikrovaskular lainnya adalah neuropati diabetik, yang disebabkan oleh paparan glukosa tinggi yang berkepanjangan menyebabkan kerusakan saraf perifer maupun otonom, ditandai dengan kesemutan, mati rasa, nyeri neuropatik, dan gangguan fungsi organ tertentu seperti saluran cerna atau urogenital. Neuropati juga meningkatkan risiko ulkus kaki dan amputasi.[31]

2. Komplikasi Makrovaskular

Komplikasi makrovaskular pada DMT2 melibatkan pembuluh darah besar dan umumnya berkaitan dengan proses aterosklerosis yang dipercepat oleh kondisi diabetes. Penyakit jantung koroner/*coronary artery disease* (CAD) merupakan salah satu komplikasi makrovaskluar utama pada penderita diabetes. Kerjanya mempercepat proses aterosklerosis pada pembuluh darah besar, sehingga risiko penyakit jantung koroner meningkat signifikan. Kombinasi dislipidemia, inflamasi kronis, dan resistensi insulin memperparah kerusakan vaskular.[32]

Selain penyakit jantung, penderita DMT2 juga memiliki risiko lebih tinggi mengalami stroke, baik iskemik maupun hemoragik. Kerusakan pada

jaringan vaskular serebral akibat aterosklerosis meningkatkan risiko terjadinya kejadian serebrovaskular. Penderita DMT2 tercatat memiliki peluang lebih besar mengalami stroke dibandingkan populasi tanpa diabetes.[29]

Komplikasi makrovaskular lainnya adalah penyakit arteri perifer/*peripheral arterial disease* (PAD)**.** Penumpukan plak aterosklerotik pada pembuluh darah tungkai menyebabkan nyeri saat berjalan, penurunan aliran darah, dan risiko gangren yang dapat berujung pada amputasi.[33]

3. Komplikasi lain yang sering menyertai

Selain komplikasi vaskular, DMT2 juga sering disertai dengan ulkus kaki diabetes. Kondisi ini muncul akibat kombinasi neuropati, PAD, dan penyembuhan luka yang lambat membuat kaki penderita diabetes rentan mengalami luka kronis. Tanpa penanganan yang tepat, kondisi ini dapat menyebabkan infeksi berat hingga amputasi.[34]

Manifestasi lain yang tidak jarang ditemukan adalah disfungsi seksual. Pada Laki-laki, neuropati dan gangguan vaskular menyebabkan disfungsi ereksi; sedangkan pada perempuan, komplikasi dapat berupa penurunan lubrikasi, nyeri, atau pruritus akibat gangguan vaskular dan infeksi berulang.[31]

Lebih jauh lagi, DMT2 dapat menimbulkan kerusakan multisistem akibat keterlibatan berbagai organ secara bersamaan. Kombinasi kerusakan mikrovaskular dan makrovaskular dapat memperburuk kondisi pasien secara keseluruhan, misalnya nefropati yang memperparah hipertensi, atau retinopati yang menyebabkan penurunan kualitas hidup.[30]

2.2 Indeks Massa Tubuh (IMT)

2.2.1 Pengertian

Indeks Massa Tubuh merupakan parameter sederhana yang digunakan untuk menilai apakah berat badan seseorang berada dalam rentang ideal dibandingkan tinggi badannya. IMT menjadi salah satu indikator status gizi yang mudah digunakan karena tidak membutuhkan alat laboratorium khusus. Meskipun IMT tidak membedakan massa lemak dan massa otot, parameter ini banyak dipakai

dalam penelitian epidemiologi untuk mengidentifikasi risiko gangguan kesehatan seperti obesitas, diabetes, dan anemia akibat kekurangan nutrisi.[35]

2.2.2 Kategori IMT Menurut WHO Asia-Paific

World Health Organization menetapkan batasan IMT sebagai alat skrining global. Nilai IMT normal menunjukkan keseimbangan antara energi yang masuk dan energi yang digunakan oleh tubuh. Sementara IMT yang berada di luar batas normal menunjukkan ketidakseimbangan yang dapat meningkatkan risiko masalah kesehatan. Kategori ini digunakan secara luas dalam pelayanan kesehatan, penelitian gizi, dan pemantauan kesehatan masyarakat. Penggunaan IMT sangat penting untuk mengidentifikasi kelompok yang berisiko mengalami kekurangan gizi atau kelebihan gizi yang dapat memengaruhi kadar Hb seseorang. Berikut ini adalah pengelompokkan IMT oleh WHO Asia-Pasific:[35]

- <18,5 kg/m² : *Underweight*
- 18,5–22,9 : Normal
- 23–24,9 : *Overweight* (berisiko)
- ≥ 25,00 : *Obesity*

2.2.3 Faktor yang memengaruhi IMT

Status IMT dipengaruhi oleh pola makan, aktivitas fisik, status hormonal, usia, dan faktor lingkungan. Pola makan tinggi lemak dan kalori serta rendah serat dapat menyebabkan peningkatan IMT secara signifikan. Sebaliknya, aktivitas fisik yang baik dapat membantu mempertahankan IMT normal.[35] Selain faktor biologis, faktor sosial ekonomi dan psikologis juga memiliki dampak besar. Individu dengan tingkat stres tinggi atau akses makanan bergizi terbatas sering kali mengalami pola makan yang tidak teratur sehingga berdampak pada perubahan IMT. Sementara itu, gangguan tiroid, resistensi insulin, dan faktor genetik juga dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan IMT. Faktor lain yang turut berperan adalah kadar hb, karena status hb mencerminkan kondisi nutrisi dan kapasitas fisiologis tubuh yang berpengaruh terhadap regulasi berat badan dan IMT.[36]

2.3 Hemoglobin (Hb)

2.3.1 Pengertian Hb

Darah memiliki dua komponen penting, yakni bagian cair yang disebut plasma dan bagian padat berupa sel darah. Sel darah sendiri dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu eritrosit, leukosit, dan trombosit. Eritrosit memainkan peranan penting di dalam sistem tubuh manusia. Fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) antara paru-paru dan jaringan tubuh. Sebuah protein spesifik dalam eritrosit, Hb, berperan secara signifikan dalam kedua proses transportasi tersebut.[37–39]

Hemoglobin adalah protein tetramerik yang terdapat dalam sel darah merah dan berikatan dengan molekul non-protein, yaitu senyawa porfirin yang mengandung besi yang dikenal sebagai heme. Protein ini memiliki dua fungsi transportasi utama dalam tubuh manusia, yaitu mengangkut oksigen ke berbagai jaringan dan mengangkut karbon dioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ pernapasan.[40]

Hemoglobin merupakan molekul protein kompleks yang terdiri utama dari komponen yang disebut globin, yang terdiri dari empat rantai polipeptida, yaitu dua rantai alfa dan dua rantai beta. Setiap rantai polipeptida ini terikat pada pigmen non-protein yang disebut heme. Heme mengandung ion besi (Fe^{2+}) di pusat strukturnya, yang dapat membentuk ikatan reversibel dengan oksigen, memungkinkan ikatan ini terbentuk dan terputus sesuai kebutuhan tubuh.[41]

Sekitar 98,5 persen oksigen dalam darah diangkut oleh Hb, karena oksigen hanya sedikit larut dalam plasma. Hb juga berfungsi sebagai protein berpigmen yang memberikan warna khas pada darah: darah tampak merah cerah saat terikat dengan oksigen dan berubah menjadi biru-merah saat kadar oksigen menurun. Oleh karena itu, darah yang mengalir di arteri yang kaya akan oksigen tampak lebih merah sementara darah vena yang mengandung oksigen lebih sedikit, cenderung berwarna biru-merah.[42]

2.3.2 Fungsi Hb

Dalam sistem tubuh manusia, Hb memiliki peran penting dalam menjaga tubuh tetap sehat. Secara umum, Hb berfungsi untuk mengatur pertukaran oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) dalam jaringan tubuh. Hb adalah molekul alosterik yang terbentuk dari empat rantai polipeptida. Molekul ini terlibat dalam transportasi gas dengan meningkatkan afinitasnya terhadap oksigen setiap kali molekul oksigen terikat. Karakteristik ini memberikan kurva disosiasi oksigen bentuk sigmoid, memungkinkan Hb mencapai saturasi dengan cepat di paru-paru dan melepaskan oksigen secara efektif ke jaringan tubuh yang membutuhkannya.

Hemoglobin juga berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke semua jaringan tubuh untuk mendukung proses metabolik. Sebagai protein yang kaya akan kandungan besi, Hb mampu membentuk *oxyHb* (HbO_2) melalui ikatan reversibel dengan oksigen. Mekanisme ini memungkinkan oksigen yang dihirup di paru-paru didistribusikan ke berbagai jaringan tubuh, di mana oksigen berfungsi sebagai sumber energi dalam respirasi seluler. Selain itu, hb juga berfungsi mengangkut CO_2 dari jaringan tubuh ke paru-paru untuk diekskresikan. Hemoglobin terdiri dari kelompok heme yang mengandung besi dan komponen globin berupa protein. Kombinasi ini memungkinkan Hb untuk berikatan secara reversibel dengan oksigen dan bertindak sebagai pembawa gas pernapasan dalam darah. Selain itu, Hb membantu mempertahankan bentuk bikonkaf dari sel darah merah. Apabila bentuk ini terganggu, kemampuan eritrosit untuk melintasi kapiler akan berkurang.[43]

2.3.3 Kadar Hb

Kadar Hb merupakan indikator jumlah pigmen respiratorik yang terdapat dalam sel darah merah. Dalam kondisi normal, kadar Hb dalam darah berkisar antara 15 gram per 100 mililiter darah, dan nilai ini umumnya disebut sebagai “100 persen”. Menentukan tingkat Hb normal untuk individu tertentu cukup menantang karena tingkat tersebut bervariasi di antara kelompok etnis yang berbeda. Pengukuran kadar Hb juga dapat dipengaruhi oleh jenis peralatan dan metode yang digunakan. Misalnya, metode Sahli yang sederhana dan teknik modern

menggunakan fotometer dapat menghasilkan hasil yang berbeda. Namun, WHO telah menetapkan standar kadar Hb normal berdasarkan usia dan jenis kelamin. Adapun nilai rujukan kadar hemoglobin normal adalah sebagai berikut:[44]

Tabel 1. Kadar Hb

No	Kadar Hb	Umur
1	16 – 23 g/dL	Bayi baru lahir
2	10 – 14 g/dL	Anak-anak
3	13 – 17 g/dL	Laki-laki dewasa
4	12 – 16 g/dL	Perempuan dewasa tidak hamil
5	11 – 13 g/dL	Perempuan dewasa yang hamil

Di kutip dari: Estridge *et al*.[12]

Penurunan kadar Hb dapat menyebabkan anemia. Anemia adalah kondisi di mana kadar Hb menurun, ditandai dengan gejala seperti kelelahan, sesak napas, pucat, dan pusing. Akibatnya, tubuh mengalami hipoksia karena kemampuan darah untuk mengangkut oksigen berkurang.[45]

2.3.4 Faktor yang memengaruhi kadar Hb

Kadar Hb dalam tubuh dipengaruhi oleh berbagai hal, seperti umur, jenis kelamin, tingkat aktivitas, kondisi gizi, dan gaya hidup. Gaya hidup yang dimaksud mencakup kebiasaan merokok dan juga berbagai zat yang bisa mengurangi penyerapan zat besi. Zat-zat yang bisa menghambat penyerapan zat besi, atau disebut sebagai inhibitor, termasuk kafein, tanin, oksalat, dan fitat, yang ada di kopi, teh, dan kacang kedelai.[46,47]

Faktor lain yang terkait dengan kadar Hb adalah jenis kelamin. Perbedaan kadar Hb antara jenis kelamin ini mulai terlihat jelas saat menginjak usia enam bulan. Pada usia ini, anak perempuan umumnya memiliki kadar Hb yang lebih tinggi daripada anak laki-laki.[48] Perempuan cenderung lebih rentan mengalami penurunan kadar Hb dibandingkan laki-laki, terutama selama periode menstruasi, ketika terjadi kehilangan darah yang menyebabkan berkurangnya jumlah sel darah merah dan kadar Hb dalam tubuh.[49]

Faktor yang turut memengaruhi kadar Hb adalah tingkat aktivitas fisik. Aktivitas fisik merupakan setiap bentuk gerakan tubuh yang melibatkan kerja otot rangka dan membutuhkan energi. Melakukan aktivitas fisik secara teratur memberikan beragam manfaat bagi kesehatan, antara lain memperkuat otot dan tulang, mencegah obesitas serta penyakit kronis, dan menjaga keseimbangan kondisi psikologis seseorang. Antara fungsi Hb dalam tubuh dan kebiasaan beraktivitas fisik terdapat hubungan yang saling berkaitan. Ketika seseorang berolahraga, metabolisme tubuh meningkat sehingga produksi ion hidrogen dan asam laktat juga bertambah, menyebabkan penurunan pH darah. Penurunan pH ini menurunkan afinitas Hb terhadap oksigen, sehingga Hb melepaskan lebih banyak oksigen ke jaringan otot. Dengan demikian, aktivitas fisik berperan penting dalam mengoptimalkan distribusi oksigen ke seluruh tubuh.(50)

Berdasarkan hasil telaah literatur yang dilakukan beberapa peneliti, latihan fisik yang dilakukan secara teratur dapat meningkatkan kadar Hb, sedangkan aktivitas fisik yang berlebihan justru dapat memicu hemolisis atau pecahnya sel darah merah, yang pada ahirnya menurunkan jumlah Hb dalam darah.(50)

2.3.5 Dampak Hb rendah

Hemoglobin rendah pada manusia dapat berisiko pada beberapa indikasi kesehatan, salah satunya adalah anemia. Secara umum, anemia terjadi karena adanya defisiensi besi dalam tubuh. Anemia merujuk kepada kondisi tubuh manusia mengalami kekurangan kadar Hb yang disesuaikan dengan usia dan jenis kelamin manusia. Secara alami, pada saat lahir, Hb manusia berada pada rentang 20 gram/dL, tetapi secara alamiah pula turut ke dalam level terendah yang berkisar 10 gram/dL. Akan tetapi, Hb manusia dapat kembali naik saat dewasa dengan kisaran >12 gram/dL pada Laki-laki dan >13 gram/dL pada perempuan. Apabila seseorang mengalami Hb rendah, bahkan anemia maka seseorang akan mengalami pusing, mata berkunang-kunang, beberapa bagian tubuh: kelopak mata, bibir, lidah, dan telapak tangan menjadi pucat, lemah, letih, lesu, dan lunglai.(51)

2.4 Hubungan Kadar Hb dengan IMT pada Pasien DMT2

Kadar Hb dan IMT merupakan dua indikator penting yang dapat menggambarkan status gizi dan kesehatan seseorang. Indeks Massa Tubuh yang rendah umumnya berhubungan dengan kurangnya asupan energi, protein, serta zat besi yang berperan dalam proses pembentukan Hb, sehingga individu dengan IMT rendah berisiko mengalami penurunan kadar Hb.[45] Sebaliknya, IMT yang terlalu tinggi dapat memicu inflamasi kronis akibat akumulasi jaringan lemak, menyebabkan peningkatan kadar hepcidin yang menghambat penyerapan zat besi sehingga proses eritropoiesis menjadi tidak optimal.[51]

Hasil tersebut sejalan dengan beberapa penelitian di Indonesia. Penelitian oleh Suheli *et al*., menunjukkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara IMT dan kadar Hb pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi. Penelitian ini menjelaskan bahwa responden dengan IMT ≥ 23 cenderung memiliki kadar Hb yang lebih stabil, sedangkan IMT rendah lebih sering berhubungan dengan nilai Hb yang berada di bawah normal ($p < 0,05$).[51]

Penelitian lain oleh Enggardany *et al*. menggunakan data *Indonesia Family Life Survey* (IFLS-5) juga menemukan hubungan bermakna antara IMT dan anemia dengan nilai $p = 0,034$.[35] Penelitian ini menegaskan bahwa kekurangan berat badan (*underweight*) memiliki risiko lebih tinggi mengalami anemia dibandingkan dengan subjek yang memiliki IMT normal. Selanjutnya, Nafisa dan Rahayu melakukan penelitian di Yogyakarta dan kembali menemukan hubungan signifikan antara IMT dan kadar Hb, dengan nilai $p = 0,002$.[10] Penelitian ini menjelaskan bahwa subjek dengan IMT rendah cenderung memiliki pola makan yang tidak teratur dan asupan zat gizi (terutama zat besi dan folat) yang tidak mencukupi, sehingga berdampak langsung pada produksi Hb.

Temuan serupa juga dilaporkan pada populasi pasien DMT2. Penelitian oleh Fathi AE *et al***.** di Palestina menggunakan desain *retrospective cross-sectional* pada 453 pasien DMT2 menunjukkan adanya hubungan bermakna antara IMT dan kejadian anemia, dengan nilai $p = 0,001$ dan *Adjusted Odds Ratio* (AOR) sebesar 1,101. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan IMT berhubungan dengan

perubahan status anemia pada pasien DMT2, yang dipengaruhi pula oleh faktor metabolik dan fungsi ginjal sebagai karakteristik khas populasi diabetes.[13,35]

Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, studi oleh Ardhitya *et al*. menunjukkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan penurunan Hb dengan IMT rendah, hubungan yang ditemukan tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$).[52] Penelitian tersebut menyebutkan bahwa selain IMT, faktor seperti kualitas tidur, hidrasi, serta aktivitas fisik juga turut memengaruhi kadar Hb sehingga hubungan langsung tidak tampak kuat.

Berdasarkan berbagai hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara IMT dan kadar Hb dapat bervariasi tergantung pada karakteristik populasi dan faktor pendukung lainnya. Namun secara umum, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa IMT rendah cenderung berhubungan dengan rendahnya kadar Hb, sedangkan IMT normal mendukung kondisi Hb yang lebih stabil. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan pada pasien untuk memperoleh gambaran yang lebih spesifik sesuai karakteristik populasi rumah sakit tersebut.

2.5 Ringkasan Pustaka

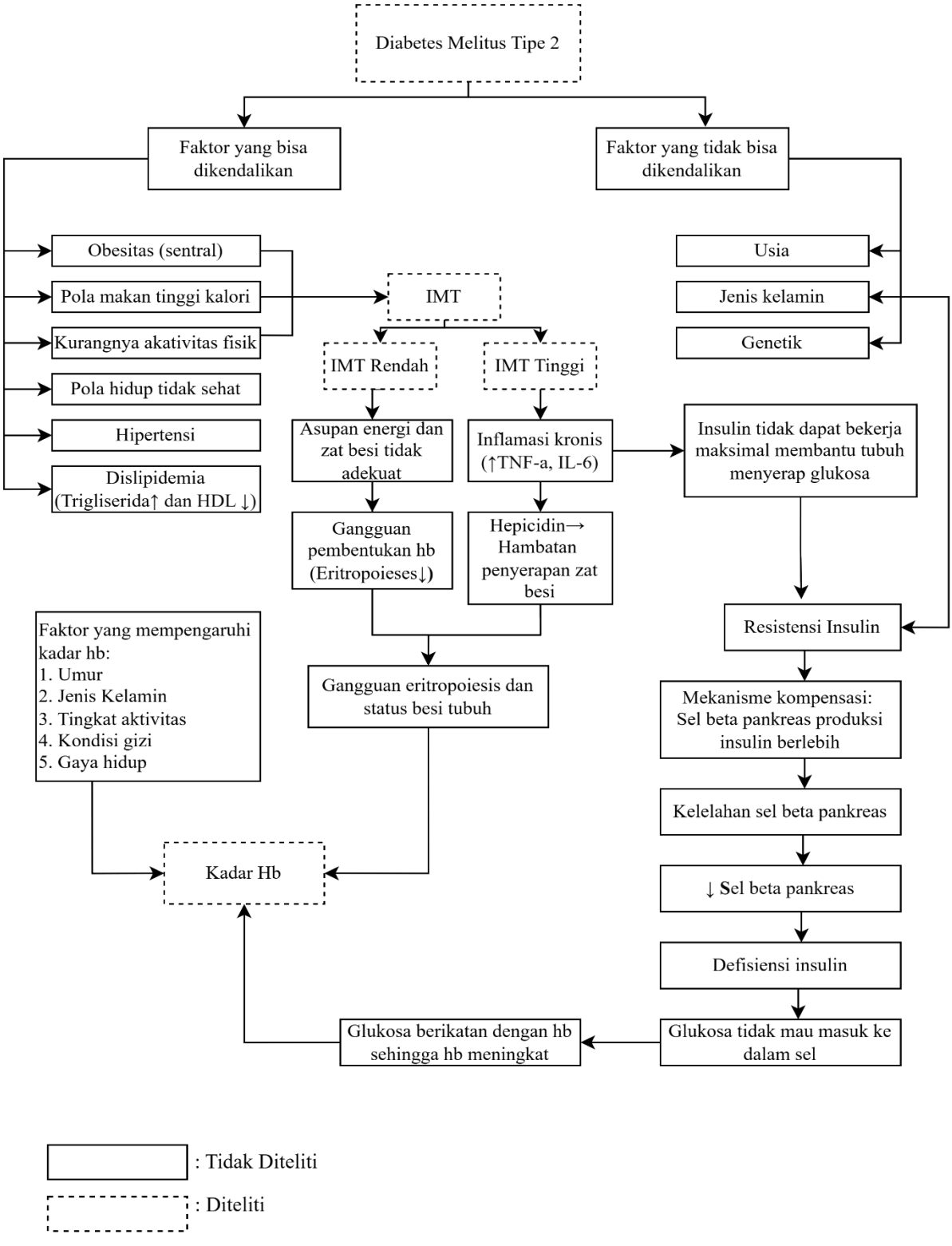
Tabel 2. Ringkasan Pustaka

Peneliti	Lokasi dan Waktu	Studi Desain	Subjek Studi	Variabel yang Diteliti	Lama Studi	Hasil
Suheli *et al*.,7[51]	Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2017	Deskriptif *cross-sectional*	Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi (n = 33)	Variabel Bebas: IMT Variabel Tergantung: kadar Hb	± 1 bulan (Pengambilan sampel dilakukan dalam 1 periode penelitian)	Hasil penelitian menunjukan terdapat hubungan signifikan antara IMT dan kadar Hb ($p < 0,05$), di mana responden dengan IMT ≥ 23 memiliki kadar Hb lebih baik dibandingkan yang ber-IMT rendah
Fathi AE *et al*.,[13]	Palestina, data tahun 2018, dipublikasikan 2024	*Restrospective Cross-sectional*	Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 (n = 453)	Variabel Bebas : IMT Variabel Tergantung : Status Anemia/Kadar Hb.	1 tahun (data rekam medis tahun 2018)	Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara IMT dan kejadian anemia pada pasien DMT2, ditunjukkan oleh nilai p-value = 0,001 dan Adjusted Odds Ratio (AOR) = 1,101
Enggardany R *et al.,*[35]	Indonesia, data IFLS 5. IFLS: 2014–2015 (Analisis data: 2020)	*Cross-sectional*	Remaja putri umur 10-18 tahun (n=3.525)	Variabel Bebas: IMT Variabel Tergantung: anemia (kadar hb) Variabel lain:	± 7 bulan (pengumpulan data IFLS 5 September 2014–April 2015; analisis data	Terdapat hubungan bermakna antara IMT dan anemia pada remaja putri di Indonesia (p=0,034). Remaja putri dengan IMT kurus memiliki risiko 1,198

				usia	sekunder Oktober 2020)	kali lebih besar mengalami anemia dibandingkan IMT normal.
Nafisa A *et al*.,[10]	SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta, 2023	*Cross-sectional*	Siswi SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta (n = 36)	Variabel Bebas : IMT Variabel Tergantung : kadar Hb	± 3 minggu (pengumpulan data fisik dan lab dilakukan dalam satu rangkaian)	Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan signifikan antara IMT dan kadar Hb, dengan nilai p = 0,002.
Saputra *et al*.,[11]	Praktik Mandiri dr. K. Hakikiyah, Lampung Tengah; Agustus 2019	Analitik observasional dengan pendekatan *cross-sectional*	Remaja putri di Kabupaten Sumenep (n = 52)	Variabel bebas: IMT Variabel terikat: Kadar HbA1c	± 1 bulan (periode pengambilan data Agustus 2019)	Terdapat hubungan positif kuat antara IMT dan HbA1c (r = 0,600; p = 0,000), yang menunjukkan bahwa semakin tinggi IMT maka semakin buruk kontrol glikemik.
Purwaningsih H.,[12]	Laboratorium Klinik Prodia Kelapa Gading, Jakarta Utara; Maret-Juli 2022	Analitik kuantitatif *Cross-sectional*	139 pasien DMT2 yang memenuhi kriteria inklusi	Variabel Bebas : IMT Variabel Terikat : Kadar HbA1c	Pengambilan data dilakukan 7-11 Juni 2022, memakai data sekunder dalam satu periode	Tidak terdapat hubungan signifikan antara IMT dan Kadar HbA1c (p=0,447)
Ardhitya S *et al*.,[52]	Kabupaten Sumenep, 2024	*Cross-sectional*	Remaja putri di Kabupaten Sumenep (n = 52)	IMT, Hb, gula darah, tekanan darah sistolik	± 1 bulan (pengumpulan data antropometri & lab dalam satu periode)	Tidak menemukan hubungan yang signifikan antara IMT dan kadar Hb (p > 0,05). Peneliti menjelaskan bahwa meskipun individu dengan

		IMT rendah menunjukkan kecenderungan memiliki kadar Hb lebih rendah, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Hasil ini dipengaruhi oleh faktor lain seperti kualitas tidur, hidrasi, stres, dan variabilitas gaya hidup yang turut memengaruhi kadar Hb.

2.6 Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

BAB III
KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Konsep

Kerangka konsep dalam penelitian in terdiri dari dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas adalah variabel yang dapat memengaruhi variabel tergantung, sedangkan variabel tergantung adalah suatu variabel yang dapat dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Kadar Hemoglobin, sedangkan variabel tergantung pada penelitian ini adalah IMT.

Kerangka konsep pada penelitian ini, terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Kerangka Konsep

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang berfungsi memberikan pengaruh atau menjadi faktor yang dapat menyebabkan perubahan pada variabel tergantung. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Hb pada pasien DMT2.

3.2.2 Variabel Tergantung

Variabel tergantung adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas, yaitu variabel yang berubah atau muncul sebagai akibat dari adanya faktor penyebab tertentu. Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah IMT , yang menggambarkan status gizi pasien.

3.3 Definisi Operasional

Tabel 3. Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil	Skala	Referensi
Kadar Hemoglobin	Protein utama pembawa oksigen yang terdapat dalam sel darah merah. Pada pasien DMT2, kadar hb dapat menurun akibat penurunan fungsi ginjal, gangguan produksi eritropoietin, serta hiperglikemia kronik.	Rekam medis	Pencatatan rekam medis	WHO ((Dewasa 17-65 tahun): Anemia • Laki-laki < 13 g/dL • Perempuan < 12 g/dL (UMUR) Tidak Anemia • Laki-laki ≥ 13 g/dL • Perempuan ≥ 12 g/dL	Ordinal	Khoirin WA *et al*[53]
Indeks Massa Tubuh	Indikator status gizi seseorang berdasarkan perbandingan berat badan terhadap tinggi badan kuadrat. IMT digunakan untuk mengklasifikasikan status gizi dan risiko metabolik pada pasien DMT2.	Rekam medis	Perhitungan: IMT = BB (kg) / TB² (m^2).	Kategori WHO Asia-Pasific (Dewasa 17-65 tahun): • < 18,5 = *Underweight* • 18,5–22,9 = Normal • 23,0–24,9 = *Overweight* (berisiko) • ≥ 25,0 = *Obesity*	Rasio	*World Health Organization* (WHO)[36,49]

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini menggunakan observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional*. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari rekam medis pasien.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Dr. Cipto Mangunkusumo (RSCM) pada unit rawat jalan atau klinik penyakit dalam. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada tingginya jumlah pasien DMT2 serta ketersediaan data rekam medis yang lengkap. Pengumpulan data dilakukan dengan mengekstraksi data sekunder dari rekam medis pasien yang telah tersedia hingga seluruh data yang diperlukan terpenuhi.

Pengambilan data dan pengolahan data akan dilakukan pada Februari 2026 – Maret 2026. Data yang diambil berupa rekam medis dari bulan januari 2024-Desember 2024.

4.3 Populasi, subjek dan Sampel Penelitian

4.3.1 Populasi Target

Populasi target dalam penelitian ini adalah seluruh pasien yang telah terdiagnosis DMT2.

4.3.2 Populasi terjangkau

Populasi terjangkau dalam penelitian ini adalah seluruh pasien yang telah terdiagnosis DMT2 di RSCM.

4.3.3 Subjek Sampel

Penelitian ini akan mengikutsertakan subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan bukan termasuk dari eksklusi yang telah ditentukan. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah:

1. Pasien yang telah terdiagnosis DMT2
2. Pasien yang memiliki data rekam medis lengkap mencakup berat badan, tinggi badan, dan kadar Hb.
3. Pasien yang melakukan pemeriksaan di RSCM
4. Usia dewasa 17-65 tahun

Sementara, untuk kriteria eksklusi pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pasien dengan riwayat penyakit yang memengaruhi hemoglobin (anemia kronik, thalassemia, perdarahan akut atau kronis).
2. Pasien ibu hamil.

4.4 Sampel Penelitian

Banyaknya sampel untuk rancangan potong silang/*cross-sectional* dengan menggunakan rumus populasi infinit. Pada penelitian ini populasi finit ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n_0 = \frac{Za^2 \times p \times q}{d^2}$$

Keterangan :

n_0 : besar sampel optimal yang dibutuhkan

Za^2 : pada tingkat kemaknaan 95 persen besarnya 1,96

p : prevalensi pasien DMT2 di Indonesia (11,7%)[3]

q : prevalensi subjek yang tidak mengalami peristiwa yang diteliti (1-p)

d : akurasi dari kepekaan pengukuran (0,05)

Berdasarkan temuan dari penelitian terdahulu, diperoleh nilai prevalensi (p) sebesar 0,117. Maka dari itu, nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam

perhitungan untuk menentukan jumlah sampel optimal yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

$$n_0 = \frac{(1{,}96^2 \times 0{,}117 \times 0{,}883)}{(0{,}05)^2}$$

$$n_0 = \frac{3{,}8416 \times 0{,}1033}{0{,}0025}$$

$$n_0 = 158{,}73 \approx 159$$

Setelah menemukan nilai n_0, nilai tersebut kemudin bisa langsung dimasukkan ke dalam rumus populasi finit dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

$$n = \frac{159}{1 + \frac{159}{150}} = \frac{159}{2{,}06}$$

$$n = 77{,}18 \approx 77$$

Keterangan:

n : besar sampel populasi finit

n_0 : besar sampel yang dibutuhkan

N : seluruh pasien DMT2 di RSCM

Berdasarkan perhitungan rumus populasi finit yang telah didapatkan di atas, jumlah pasien DMT yang dibutuhkan minimal sebanyak 77 subjek dengan perkiraan *drop out* 15%.

$$N = 77 + 77(15\%) = 88{,}55 \approx 89$$

Sehingga total sujek yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah sebanyak 89 orang.

4.5 Cara Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *consecutive random sampling*, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dijadikan sampel penelitian sampai besar sampel terpenuhi.

4.6 Bahan dan Instrumen

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini berupa lembar pengumpulan data (*data extraction sheet*) yang disusun oleh peneliti untuk mencatat variabel yang dibutuhkan dari rekam medis pasien DMT2. Instrumen ini digunakan untuk memastikan pengambilan data dilakukan secara sistematis, terstandar, dan konsisten.

Instrumen tersebut memuat beberapa komponen data yang dikumpulkan dari rekam medis pasien. Komponen awal mencakup data identitas dasar pasien, yang terdiri dari kode atau nomor rekam medis, usia, serta jenis kelamin. Berikutnya, data antropometri dicatat, yaitu berat badan dalam kilogram dan tinggi badan dalam sentimeter, yang dimanfaatkan untuk perhitungan IMT melalui rumus berat badan (kg) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (m^2).

Selain itu, instrumen ini mencakup data laboratorium, seperti kadar hb pasien dalam gram per desiliter (g/dL), beserta tanggal pemeriksaan laboratorium untuk memverifikasi kecocokan waktu pengumpulan data. Instrumen tersebut juga menyertakan informasi tambahan yang penting bagi penerapan kriteria inklusi dan eksklusi, termasuk riwayat diagnosis DMT2, keberadaan komorbiditas tertentu yang mungkin mempengaruhi kadar hb, serta kelengkapan rekam medis. Semua data ini kemudian dipindahkan oleh peneliti dari rekam medis ke tabel data penelitian, baik melalui cara manual maupun digital, guna digunakan dalam tahap analisis selanjutnya.

4.7 Analisis Data

Pengolahan dan analisis data akan menggunakan program *Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Aanalisis data yang digunakan adalah:

4.7.1 Analisis Univariat

Analisis ini dilakukan untuk menggambarkan karakteristik subjek penelitian seperti usia dan jenis kelamin, distribusi kadar Hb, dan IMT. Bila data terdistribusi normal maka data akan disajikan dalam bentuk nilai rerata *(mean)* dan simpangan

baku (*standard deviation*), dan bila tidak terdistribusi normal data akan disajikan dalam bentuk nilai median dan rentang interkuartil (*interquartile range/*IQR).

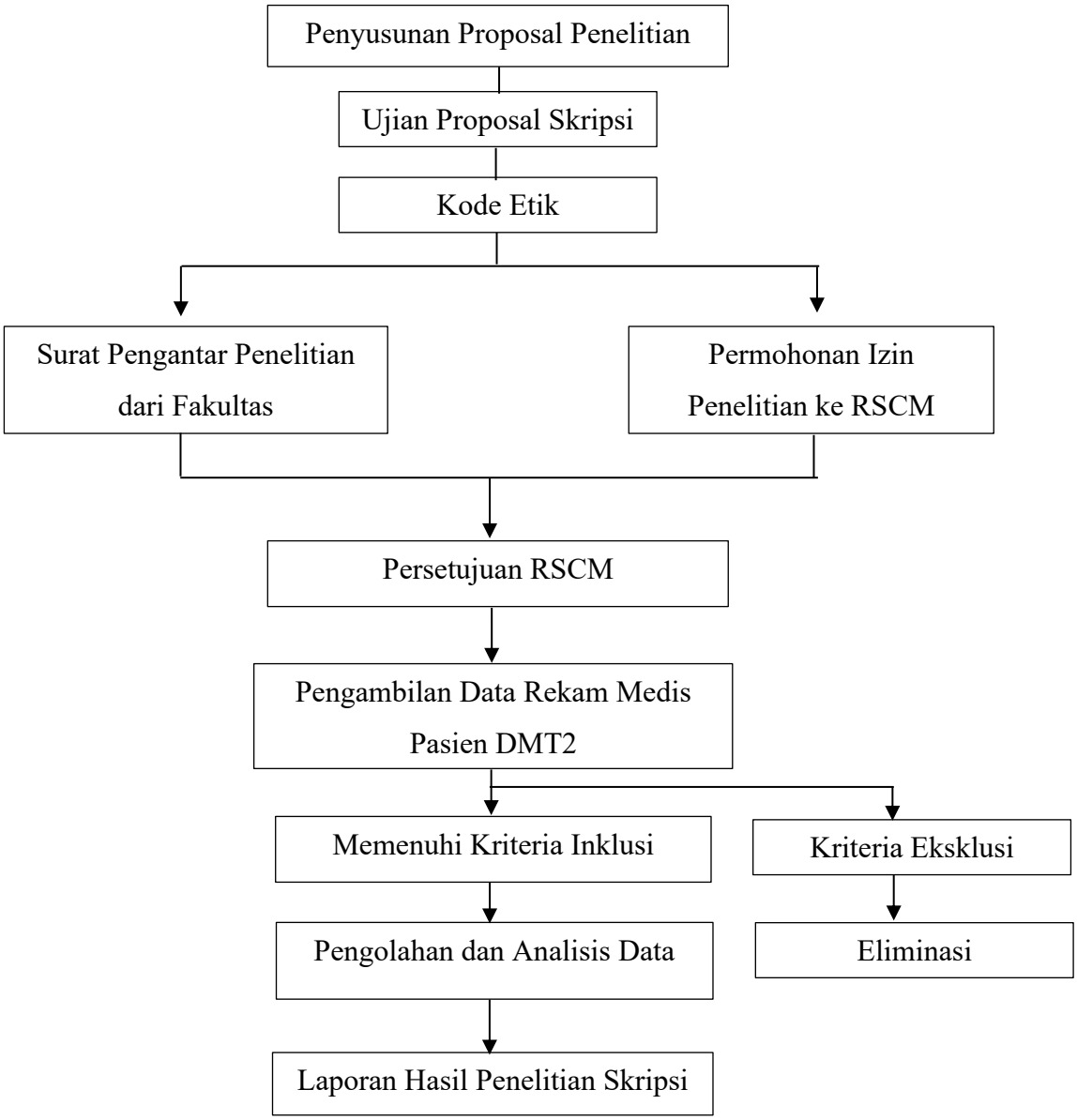
4.7.2 Analisis Bivariat

Analisis bivarivat dilakukan untuk menganalisis keterkaitan antara kadar Hb dan IMT pada pasien DMT2. Dalam tahap ini, data kadar Hb dan IMT terlebih dahulu dikelompokkan ke dalam beberapa kategori sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

Metode statistik yang digunakan dalam analisis bivariat adalah uji kategorik, mengingat kedua variabel yang diteliti berbentuk data kategorik. Uji ini bertujuan untuk mengetahui keberadaan hubungan antara kadar Hb dan IMT pada pasien DMT2.

Interpretasi hasil analisis didasarkan pada nilai signifikan, dimana hasil dinyatakan bermakna apabila diperoleh nilai $p < 0,05$. Apabila dalam tabel kontingensi ditemukan nilai harapan (*expected count*) kurang dari 5, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji *Fisher's Exact* sebagai alternatif.

4.8 Alur Kerja Penelitian



Gambar 3. Alur Kerja Penelitian

4.9 Etika Penelitian

Penelitian ini dilakukan setelah dinyatakan lolos uji etik oleh Komisi Etik Riset Fakultas Kedokteran Universitas Trisakti.

4.10 Penjadwalan Penelitian

Tahapan Kegiatan	Waktu Dalam Bulan										
	2025-2026										
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Perencanaan											
Pemilihan Topik											
Pembuatan Proposal											
Konsultasi Pembimbing											
Presentasi Proposal											
Pelaksanaan											
Pengumpulan data											
Pengolahan Data											
Konsultasi Pembimbing											
Pelaporan Hasil											
Penulisan											
Diskusi											
Presentasi Hasil											
Perbaikan											

Tabel 4. Penjadwalan Penelitian

4.11 Pembiayaan Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian dari proses penyelesaian Pendidikan Sarjana Kedokteran di Universitas Trisakti, sehingga seluruh kebutuhan pembiayaan penelitian menjadi tanggung jawab peneliti.

Rincian anggaran yang dibutuhkan peneliti untuk melaksanakan penelitian diuraikan sebagai berikut:

1.	Transportasi	Rp 500.000
2.	Fotokopi/Cetak Dokumen	Rp 100.000
3.	Alat tulis dan administrasi	Rp 100.000
4.	Scan/Dokumentasi dokumen	Rp 50.000
5.	Konsumsi selama kunjungan	Rp 150.000
6.	Cadangan/biaya tak terduga	Rp 100.000
	----------	+
	Total pembiayaan :	Rp 1000.000

DAFTAR PUSTAKA

1. Chen SH, Wu CZ, Lin JD, Hsieh CH, Chen YL, Tsai YT, et al. The Relationships Between Hemoglobin and Diabetes Factors (Insulin Resistance, Glucose Effectiveness, First- and Second-Phase Insulin Secretion) in Old Chinese. Int J Gerontol 2018;12(4):303–9. DOI: 10.35790/ecl.v9i2.32852.
2. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas country data: Indonesia (Internet). 2024 (cited 2025 Dec 1). Available from: https://diabetesatlas.org/data-by-location/country/indonesia/
3. Kahn SE, Hull RL, Utzschneider KM. Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. Nature 2006;444(7121):840–6. DOI: 10.1038/nature05482.
4. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. The Lancet 2011;378(9793):826–37. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60812-X.
5. Spiegel K. Sleep loss as a risk factor for obesity and diabetes. International Journal of Pediatric Obesity 2008;3(s2):27–8. DOI: 10.1080/17477160802404681.
6. Thomas M, Tsalamandris C, MacIsaac R, Jerums G. Anaemia in Diabetes: An Emerging Complication of Microvascular Disease. Curr Diabetes Rev 2005;1(1):107–26. DOI: 10.2174/1573399052952587.
7. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. 14th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021. 14th ed. 2021.
8. Ponader S, Chen SS, Buggy JJ, Balakrishnan K, Gandhi V, Wierda WG, et al. The Bruton tyrosine kinase inhibitor PCI-32765 thwarts chronic lymphocytic leukemia cell survival and tissue homing in vitro and in vivo. Blood 2012;119(5):1182–9. DOI: 10.1182/blood-2011-10-386417.
9. Nafisa AN, Budi Rahayu. The Relationship between Body Mass Index and Hemoglobin Levels in Young Girls at SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta.

JURNAL KEBIDANAN KESTRA (JKK) 2023;6(1):20–7. DOI: 10.3545/jkk.v6il.1817

10. Kesehatan JI, Husada S, Penelitian H, Saputra I, Esfandiari F, Marhayuni E, et al. Indeks Massa Tubuh dengan Kadar Hb-A1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe II Body Mass Index with Hb-A1c Levels in Type II Diabetes Mellitus Patients. Available from: https://akper-sandikarsa.e-journal.id/JIKSH
11. Purwaningsih H. Hubungan IMT dengan Kadar HbA1c pada pasien DMT2 di Prodia Kelapa Gading. Tugas Akhir. Jakarta: Universitas Binawan; 2022. Available From: https://repository.binawan.ac.id/2043/1/TLM-2022-HENI%20PURWANINGSIH.
12. ElSayed NA, Aleppo G, Bannuru RR, Bruemmer D, Collins BS, Ekhlaspour L, et al. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: *Standards of Care in Diabetes—2024*. Diabetes Care 2024;47(Supplement_1):S20–42. DOI: 10.2337/dc24-S002.
13. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Diabetes melitus tipe 2 (Internet). 2023. Available at: https://ayosehat.kemkes.go.id/topik-penyakit/diabetes-penyakit-ginjal/diabetes-melitus-tipe-2.
14. Decroli E. Diabetes melitus tipe 2. Padang: Bagian Ilmu Penyakit Dalam FK Universitas Andalas; 2019.
15. Carolina Solis-Herrera MCTPCRMD+, RADMD, and ECMDPhD. Classification of Diabetes Mellitus. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279119/ 2024;
16. World Health Organization. Classification of diabetes mellitus (Internet). 2019 (cited 2025 Nov 29). Available from : https://www.who.int/publications/i/item/classification-of-diabetes-mellitus
17. Widiasari KR, Wijaya IMK, Suputra PA. DIABETES MELITUS TIPE 2: FAKTOR RISIKO, DIAGNOSIS, DAN TATALAKSANA. Ganesha Medicine 2021;1(2):114. DOI: 10.23887/gm.v1i2.40006.

18. Nasution F, Andilala A, Siregar AA. FAKTOR RISIKO KEJADIAN DIABETES MELLITUS. Jurnal Ilmu Kesehatan 2021;9(2):94. DOI: 10.32831/jik.v9i2.304

19. Isnaini N, Ratnasari R. Faktor risiko mempengaruhi kejadian Diabetes mellitus tipe dua. Jurnal Kebidanan dan Keperawatan Aisyiyah 2018;14(1):59–68. DOI: 10.31101/jkk.550.
20. Jayadipraja EA, Natsir M, Supodo T, Sukma KA. Risk Factors for Type 2 Diabetes Mellitus in Women of Childbearing Age at Unaaha Public Health Center, Konawe Regency. Public Health of Indonesia 2025;11(S1):1–8. DOI: 10.36685/phi.v11iS1.846.
21. Erdaliza E, et al. Faktor risiko dan komplikasi pada pasien diabetes melitus tipe 2. Health Tadulako J. 2024.
22. Pratiwi D, Izhar MD, Syukri M. Studi Prevalensi dan Faktor yang Berhubungan dengan Diabetes Melitus di Provinsi Jambi: Analisis Data Riskesdas 2018. Jurnal Kesehatan Komunitas 2022;8(1):79–85. DOI: 10.25311/keskom.vol8.iss1.1068.
23. Ullya J, Santi TD, Arlianti N. Faktor Risiko Kejadian Diabetes Melitus Pada Lansia Awal (Umur 46-55 Tahun) di Wilayah Kerja Puskesmas Ingin Jaya Kabupaten Aceh Besar. MAHESA : Malahayati Health Student Journal 2024;4(2):612–22. DOI: 10.33024/mahesa.v4i2.13688.
24. Ibrahim I, Fahamsya A, Fakhrunnisa F. licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License Publish: Association of Indonesian Teachers and. Lecturers International Journal of Health Sciences (IJHS) 2025;3(4). DOI: 10.59585/ijhs.v3i4.896.
25. Widiasari KR, Wijaya IMK, Suputra PA. DIABETES MELITUS TIPE 2: FAKTOR RISIKO, DIAGNOSIS, DAN TATALAKSANA. Ganesha Medicine 2021;1(2):114. DOI: 10.23887/gm.v1i2.40006.
26. Erdaliza E, Mitra M, Rany N, Harnani Y, Rienarti Abidin A. Faktor risiko yang berhubungan dengan komplikasi Diabetes Mellitus Tipe 2. Jurnal

kesehatan komunitas (Journal of community health) 2024;10(3):534–45. DOI: 10.25311/keskom.vol10.iss3.2039.

27. Prawitasari DS. Diabetes Melitus dan Antioksidan. KELUWIH: Jurnal Kesehatan dan Kedokteran 2019;1(1):48–52. DOI: 10.24123/kesdok.v1i1.2496.
28. Perkumpulan Endokrinologi Indonesia. Pedoman Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 Dewasa di Indonesia. Jakarta: PB PERKENI; 2021.
29. Zeng S, Xing S, Xing W, Bai Z, Zhang J, Li Y, et al. Application of Indocyanine Green in Combination with Da Vinci Xi Robot in Surgeries on the Upper Urinary Tract: A Case Series Study. J Clin Med 2023;12(5):1980. DOI: 10.3390/jcm12051980.
30. Pratama Putri CM, Mahatma G, Oktora MZ, Anggraini D. Karakteristik Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Dengan Komplikasi Nefropati Diabetik di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Scientific Journal 2025;4(3):218–26. DOI: 10.56260/sciena.v4i3.231.
31. Zhu J, Hu Z, Luo Y, Liu Y, Luo W, Du X, et al. Diabetic peripheral neuropathy: pathogenetic mechanisms and treatment. Front Endocrinol (Lausanne) 2024;14. DOI: 10.3389/fendo.2023.1265372.
32. Physiologi web. Physiologi illustratrion: whole blood is composed of plasma and formed elements. Available From: http://www.physiologyweb.com/figures/physiology_illustration_whole_blood_is_composed_of_plasma_and_formed_elements.html. 2015. Accesed on: September 14th2016.
33. Zakir M, Ahuja N, Surksha MA, Sachdev R, Kalariya Y, Nasir M, et al. Cardiovascular Complications of Diabetes: From Microvascular to Macrovascular Pathways. Cureus 2023; DOI: 10.3389/fcvm.2023.1132912.
34. Tarigan TJE, Yunir E, Subekti I, Pramono LA, Martina D. Profile and analysis of diabetes chronic complications in Outpatient Diabetes Clinic of Cipto Mangunkusumo Hospital, Jakarta. Medical Journal of Indonesia 2015;24(3):156–62. DOI: 10.13181/mji.v24i3.1249.

35. Enggardany R, Hendrati LY, Hairi NN. Relationship between Body Mass Index (BMI) and Anemia Among Adolescent Indonesian Girls (Analysis of The Indonesia Family Life Survey 5th Data). Amerta Nutrition 2021;5(4):347. DOI: 10.20473/amnt.v5i4.2021.347-352.
36. Koolman J, Rohm KH. Atlas berwarna dan teks biokimia. Jakarta: Hipokrates; 2001. h. 244-54.
37. Gunadi VIR, Mewo YM, Tiho M. Gambaran kadar hemoglobin pada pekerja bangunan. Jurnal e-Biomedik 2016;4(2). DOI: 10.35790/ebm.4.2.2016.14604.
38. Rosita L, Cahyana AA, Arfira FR. Hematologi Dasar. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia; 2019. p.36–37.
39. Sherwood L. Human physiology: From cells to systems. 8th ed. Belmont (CA): Brooks/Cole, Cengage Learning; 2012.
40. Hasanan F. Hubungan kadar Hb dengan daya tahan kardiovaskuler pada atlet atletik FIK Universitas Negeri Makassar. Jurnal Olahraga dan Kesehatan. 2018 Jul 19;4(2):1–8.
41. Dewi KIT, Bekti HS, Krisna LAW, Dewi NNA. Gambaran Kadar Hemoglobin pada Remaja Putri (Studi Kasus di SMA Negeri 2 Denpasar). JURNAL SKALA HUSADA : THE JOURNAL OF HEALTH 2023;20(2):8–14. DOI: 10.33992/jsh:tjoh.v20i2.2758.
42. Farid YBNS; LP. Biochemistry, Hemoglobin Synthesis . In: StatPearls (Internet). 2023.
43. Fadlilah S. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kadar Hb pada Mahasiswa Keperawatan Angkatan 2013 Universitas Respati Yogyakarta. Indonesian J Med Sci. 2018 Jul;5(2):168-175. DOI: 10.31227/osf.io/4n6c8.
44. Nurdiana N. Factors Affecting the Level of Hb on Junior High School Children on Coast Regional District of North Lombok. Biota: Biologi dan Pendidikan Biologi. 2015;8(1). Available from: https://biota.ac.id/index.php/jb/article/view/54.
45. Nugrahani I, Winarsih NA, Sahuri S. Perbedaan Kadar Hb Sebelum dan Sesudah Menstruasi pada Mahasiswa DIII Keperawatan Universitas

Muhammadiyah Surakarta. Naskah Publikasi Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2013. Available from: https://eprints.ums.ac.id/28870/20/NASKAH_PUBLIKASI.pdf.

46. Putri AFF, Kaidah S, Huldani. Literature Review: Pengaruh Latihan Aerobik Intensitas Sedang terhadap Kadar Hb. Borneo Student Research. 2022;3(3):547–555. DOI: 10.36358/bsr.v3i3.2246.
47. Suryani D, Hafiani R, Junita R. ANALISIS POLA MAKAN DAN ANEMIA GIZI BESI PADA REMAJA PUTRI KOTA BENGKULU. Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas 2017;10(1):11–8.
48. World Health Organization. BMI classification (Internet). 2020 (cited 2025 Nov 29). Available from: https://www.who.int/data/gho
49. Arifah MR, Darmono D, Sofro MAU. Pemberian kombinasi probiotik dan zinc terhadap perubahan kadar hemoglobin, albumin, dan indeks massa tubuh pada pasien tuberkulosis paru. J Gizi Klinik Indonesia 2016;13(1):7.
50. Ratulangi US, Suheli SM, Kaligis SHM, Tiho M. Gambaran Kadar Hemoglobin pada Mahasiswa dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) ≥23 kg/m 2 di Fakultas Kedokteran. 2017.
51. Ardhitya S, Azka A, Yunitasari L. Indeks massa tubuh terhadap kadar Hb, gula darah, dan tekanan darah sistolik pada remaja putri. Antigen. 2024;2(1). DOI: 10.57213/antigen.v2i1.199.
52. World Health Organization Western Pacific Region. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment (Internet). 2004 (cited 2025 Nov 29). Available from: https://iris.who.int/bitstreams/53228dc6-9520-421b-b5a2-f826967090cb/download.
53. Anita W, Rodhi K, Analis HJ, Poltekkes K, Semarang K. Kadar Hemoglobin pada Pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Hemoglobin Levels in Type 2 Diabetes Mellitus Patients (Internet). Available from: http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/JLM/
54. Irawan QP, Utami KD, Reski S, Saraheni. Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar HbA1c pada Penderita Diabetes Mellitus Tipe II di

Rumah Sakit Abdoel Wahab Sjahranie. Formosa Journal of Science and Technology 2022;1(5):459–68. DOI: 10.55927/fjst.v1i5.1220.

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Dummy table*

Variabel	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Usia		
17-3 tahun		
34-49 tahun		
50-65 tahun		
Jenis Kelamin		
Laki-laki		
Perempuan		
DMT2		
Ya		
Tidak		
Kadar Hb (Dewasa 17-65 tahun)		
Anemia		
Laki-laki < 13 g/dL		
Perempuan < 12 g/dL		
Tidak Anemia		
Laki-laki ≥ 13 g/dL		
Perempuan ≥ 12 g/dL		
IMT (Dewasa 17-65 tahun)		
• < 18,5 = *Underweight*		
• 18,5–22,9 = Normal		
• 23,0–24,9 = *Overweight* (berisiko)		
• ≥ 25,0 = *Obesity*		

Lampiran 2. Hubungan Kadar Hb dengan IMT pada pasien DMT2

Variabel	IMT				Nilai p
	Under weight	**Normal**	**Overw eight**	**Obesity**	
Kadar Hb					
Anemia					
Laki-laki < 13 g/dL					
Perempuan < 12 g/dL					
Tidak Anemia					
Laki-laki ≥ 13 g/dL					
Perempuan ≥ 12 g/dL					