

**RISIKO KEJADIAN SINDROM METABOLIK PADA MAHASISWA OBESITAS UNIVERSITAS
HASANUDDIN: ANALISIS PROFIL LIPID, GULA DARAH PUASA, AKTIVITAS FISIK, KOMPOSISI
TUBUH DAN PARAMETER ANTROPOMETRI**

**RISK OF INCIDENCE OF METABOLIC SYNDROME IN OBESE STUDENTS OF HASANUDDIN
UNIVERSITY: ANALYSIS OF LIPID PROFILE, FASTING BLOOD GLUCOSE, PHYSICAL ACTIVITY,
BODY COMPOSITION AND ANTHROPOMETRIC PARAMETERS**



**SAVITRI SRI REBECA SIHOMBING
C175212007**

Pembimbing:

**Prof. Dr. dr. Nurpudji Astuti Daud, MPH. Sp.GK(K) FRSPH
Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M. Kes., Sp.PD-KGH, Sp. GK**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS
ILMU GIZI KLINIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2025**

**RISIKO KEJADIAN SINDROM METABOLIK PADA MAHASISWA OBESITAS UNIVERSITAS
HASANUDDIN: ANALISIS PROFIL LIPID, GULA DARAH PUASA, AKTIVITAS FISIK, KOMPOSISI
TUBUH DAN PARAMETER ANTROPOMETRI**

**SAVITRI SRI REBECA SIHOMBING
C175212007**



Pembimbing 1 : Prof. Dr. dr. Nurpudji A Taslim, MPH, Sp. GK (K)
Pembimbing 2 : Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M. Kes., Sp.PD-KGH, Sp. GK
Penilai 1 : Prof. Dr. Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK(K)
Penilai 2 : Prof. Dr. dr. Suryani As'ad, M.Sc, Sp.GK(K)
Penilai 3 : dr. Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D, Sp.GK

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS ILMU GIZI KLINIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

**RISIKO KEJADIAN SINDROM METABOLIK PADA MAHASISWA OBESITAS UNIVERSITAS
HASANUDDIN: ANALISIS PROFIL LIPID, GULA DARAH PUASA, AKTIVITAS FISIK, KOMPOSISI
TUBUH DAN PARAMETER ANTROPOMETRI**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Spesialis Gizi Klinik

Program Studi Ilmu Gizi Klinik

Disusun dan diajukan oleh

SAVITRI SRI REBECA SIHOMBING
C175212007

Kepada

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS ILMU GIZI KLINIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

Risiko Kejadian Sindrom Metabolik pada Mahasiswa Obesitas Universitas Hasanuddin: Analisis Profil Lipid, Gula Darah Puasa, Aktivitas Fisik, Komposisi Tubuh dan Parameter Antropometri

Risk of Incidence of Metabolic Syndrome in Obese Students of Hasanuddin University: Analysis of Lipid Profile, Fasting Blood Glucose, Physical Activity, Body Composition and Anthropometric Parameters

SAVITRI SRI REBECA SIHOMBING
NIM. C175212007

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis-1 pada tanggal 22 Mei 2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Ilmu Gizi Klinik
Departemen Ilmu Gizi
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama



Prof. Dr. dr. Nurpudji A. Daud, MPH, Sp.GK(K), FRSPH
NIP. 19561020 198503 2 001

Ketua Program Studi
Ilmu Gizi Klinik



Prof. Dr. dr. Nurpudji A. Daud, MPH, Sp.GK(K), FRSPH
NIP. 19561020 198503 2 001

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 19680530 199603 2 001

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP. 19680530 199603 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul "Risiko Kejadian Sindrom Metabolik Pada Mahasiswa Obesitas Universitas Hasanuddin: Analisis Profil Lipid, Gula Darah Puasa, Aktivitas Fisik, Komposisi Tubuh Dan Parameter Antropometri" adalah benar karya saya dengan arahan dari Prof. Dr. dr. Nurpudji A Taslim, MPH, Sp. GK (K) sebagai pembimbing utama dan Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M. Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK sebagai pembimbing pendamping. Karya ilmiah ini belum pernah diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 tesis ini. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis 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 Tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 22 Mei 2025



Savitri Sri Rebeca Sihombing
NIM C175212007

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Dalam proses penyusunan tesis ini, saya menerima banyak dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. dr. Nurpudji A Taslim, MPH, Sp. GK (K) sebagai pembimbing utama serta Ketua Program Studi Ilmu Gizi Klinik. Kepada Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M. Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK sebagai pembimbing kedua. Selanjutnya kepada penguji tesis saya Prof. Dr. Agussalim Bukhari, M.Med, Ph.D, Sp.GK(K) dan Prof. Dr. dr. Suryani As'ad, M.Sc, Sp.GK(K) serta kepada dr. Aminuddin, M.Nut & Diet, Ph.D, Sp.GK selaku Ketua Departemen Gizi Klinik, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti dalam setiap tahap penyusunan tesis ini. Rasa syukur dan terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh dosen dan staf Departemen Gizi Klinik atas ilmu dan dukungan yang telah diberikan selama masa studi. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Fakultas Kedokteran, Fakultas Kedokteran Gigi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin yang telah mengizinkan saya untuk melaksanakan penelitian di lapangan. Terima kasih juga kepada Pemerintahan Kabupaten Siak dan Kementerian Kesehatan atas beasiswa yang sangat membantu saya dalam menyelesaikan studi ini. Ucapan terima kasih yang tak terhingga saya ucapkan kepada suami saya tercinta dr. Ngalasantaru Janstar Tarigan, Sp. N atas dukungan dan doa yang tidak pernah berhenti. Dan kedua orang tua saya Ir. Sahat Sihombing (Papa) dan Denti Simatupang (Mama), Kakak saya Shanti Budi Surya, SPd dan abang Farolan Simarmata, ST, Sinta Desi Perawati, SE dan abang Simon Bona Purba, STP, Sanita Ruth Damayanti, ST dan abang Juniston Sitorus, SP serta adik saya Stefani Panca Putri, SE dan Michael Simanulang, ST dan semua keponakan saya Sarah, Jonathan, Nicholas, Cleo, Sally, Samuel, Glenn dan Gerald. Ucapan terima kasih kepada papa mertua dr. Laci Tarigan (Almarhum) dan mama mertua Agustina Sitepu, dan adik ipar dr. Dwi Septwo Tarigan, Sp. An-TI beserta keponakan saya Hizkia dan Dio. Atas doa, dukungan, dan semangat yang menjadi kekuatan utama dalam menyelesaikan studi ini. Saudara seperjuangan saya LUCKY8 dan juga keluarga besar PPDS Ilmu Gizi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dan menyertai perjalanan pendidikan sejak awal hingga saat ini. Terima kasih juga untuk semua pihak yang tidak tercantum dalam ucapan ini dan telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penelitian dan penyusunan tesis ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi yang berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Penulis

Savitri Sri Rebeca Sihombing

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR SINGKATAN	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR BAGAN	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.3.1 Tujuan umum	2
1.3.2 Tujuan khusus	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.4.1 Pengembangan Ilmu.....	2
1.4.2 Aplikasi Klinis.....	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Definisi Sindrom Metabolik	3
2.2 Faktor Risiko Sindrom Metabolik	3
2.3 Patogenesis Sindrom Metabolik	6
2.4 Kriteria Diagnosis Sindrom Metabolik	8
2.5 Sindrom Metabolik pada Remaja	10
2.6 Tatalaksana Sindrom Metabolik	11
2.6.1 Tatalaksana Non Farmakologi	11
2.6.2 Tatalaksana Farmakologi	12
BAB III	14
KERANGKA PENELITIAN	14
3.1 Kerangka Teori	14
3.2 Kerangka Konsep	15
BAB IV	16
METODE PENELITIAN	16
4.1 Jenis Penelitian	16
4.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
4.3 Populasi dan Partisipan Penelitian	16
4.4 Kriteria Partisipan	16

4.5.	Izin Penelitian dan Ethical Clearance	16
4.6.	Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	16
4.7.	Definisi Operasional.....	17
4.7.	Kriteria Objektif	18
4.8.	Alur Penelitian dan Metode Kerja.....	19
BAB V.....		<i>Error! Bookmark not defined.</i>
HASIL		<i>Error! Bookmark not defined.</i>
5.1	Gambaran Umum Sampel Penelitian.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
5.2	Sindrom metabolik pada partisipan.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
5.3	Hubungan Karakteristik Partisipan dengan Sindrom Metabolik.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
5.4	Korelasi antara Karakteristik dengan Sindrom Metabolik	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
BAB VI.....		<i>Error! Bookmark not defined.</i>
PEMBAHASAN		<i>Error! Bookmark not defined.</i>
BAB VII.....		<i>Error! Bookmark not defined.</i>
PENUTUP.....		<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.1	KETERBATASAN	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2	KEKUATAN PENELITIAN	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.3	KESIMPULAN.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.4	SARAN	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
DAFTAR PUSTAKA		<i>Error! Bookmark not defined.</i>

ABSTRAK

SAVITRI SRI REBECA SIHOMBING. **RISIKO KEJADIAN SINDROM METABOLIK PADA MAHASISWA OBESITAS UNIVERSITAS HASANUDDIN: ANALISIS PROFIL LIPID, GULA DARAH PUASA, AKTIVITAS FISIK, KOMPOSISI TUBUH DAN PARAMETER ANTROPOMETRI.** (dibimbing oleh Nurpudji A Taslim, Haerani Rasyid).

Latar Belakang: Sindrom metabolik (SM) merupakan kumpulan faktor risiko metabolik yang meningkatkan potensi terjadinya penyakit jantung dan diabetes mellitus tipe 2. Mahasiswa obesitas memiliki kerentanan yang tinggi terhadap SM, terlebih pada masa transisi remaja menuju dewasa muda yang sering disertai perubahan gaya hidup. Penelitian ini bertujuan menilai prevalensi, faktor risiko, karakteristik klinis dan gaya hidup, serta hubungan dan perbedaan antara mahasiswa obesitas dengan dan tanpa sindrom metabolik berdasarkan kriteria NCEP ATP III.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain potong lintang pada 109 mahasiswa baru bidang kesehatan Universitas Hasanuddin tahun akademik 2024–2025 dengan status obesitas. Data dikumpulkan melalui pengukuran antropometri, komposisi tubuh (BIA), tekanan darah, pemeriksaan laboratorium, serta kuesioner aktivitas fisik, pola makan, durasi tidur, dan tingkat stres. Analisis data dilakukan dengan uji chi-square, uji Mann-Whitney, dan korelasi Spearman.

Hasil: Prevalensi sindrom metabolik pada subjek penelitian sebesar 25,7%. Terdapat hubungan yang bermakna antara SM dengan aktivitas fisik ($p = 0,009$), konsumsi daging ($p = 0,032$), konsumsi cemilan ($p = 0,000$), WHR ($p = 0,024$), lemak viseral ($p = 0,011$), tekanan darah sistolik ($p = 0,000$), HDL ($p = 0,000$), trigliserida ($p = 0,000$), dan rasio kolesterol total/HDL ($p = 0,014$). Kelompok dengan SM memiliki nilai IMT, tekanan darah, massa lemak, dan profil lipid yang lebih buruk dibanding kelompok tanpa SM.

Kesimpulan: Sindrom metabolik ditemukan pada lebih dari seperempat mahasiswa obesitas dan berhubungan dengan gaya hidup tidak sehat, profil lemak tubuh, serta parameter tekanan darah dan lipid. Diperlukan skrining dan intervensi gaya hidup sehat secara sistematis sejak awal masa kuliah untuk mencegah risiko komplikasi metabolik di kemudian hari.

Kata kunci: Sindrom metabolik, obesitas, gaya hidup, aktivitas fisik, profil lipid

ABSTRACT

SAVITRI SRI REBECA SIHOMBING. **Risk of Incidence of Metabolic Syndrome in Obese Students of Hasanuddin University: Analysis of Lipid Profile, Fasting Blood Glucose, Physical Activity, Body Composition and Anthropometric Parameters.** (Supervised By Nurpudji A Taslim, Haerani Rasyid).

Background: Metabolic syndrome (MS) is defined as a cluster of metabolic abnormalities that substantially elevate the risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. Obese university students are particularly susceptible to MS, especially during the transition from adolescence to young adulthood, a period often marked by significant behavioral and lifestyle changes. This study aimed to evaluate the prevalence of MS, its associated risk factors, laboratory profiles, and lifestyle patterns in obese college students, using the NCEP ATP III criteria for diagnosis.

Methods: A cross-sectional study was conducted involving 109 recently enrolled obese college students in health-related programs at Hasanuddin University. Data were obtained through anthropometric and body composition measurements, blood pressure, fasting glucose, lipid profiles, and questionnaires covering physical activity, diet, sleep, and stress.

Results: Among 1,225 students, 737 were screened for eligibility, and 109 were included in the final analysis. The prevalence of MS was 25.7% (28/109). Significant associations were identified between MS and low physical activity ($p = 0.009$), fast-food intake ($p < 0.001$), higher waist-to-hip ratio ($p = 0.024$), visceral fat ($p = 0.011$), systolic blood pressure ($p < 0.001$), low HDL ($p < 0.001$), and high triglycerides ($p < 0.001$), also significantly higher BMI.

Conclusion: Metabolic syndrome associated with unhealthy lifestyle, body fat profile, blood pressure and lipid parameters. Lifestyle modifications, including increased physical activity and adherence to a healthy diet, are essential from the beginning of college to reduce the risk of developing metabolic complications later in life.

Keywords: Metabolic syndrome, obesity, lifestyle, physical activity, lipid profile

DAFTAR SINGKATAN

PTM	: Penyakit Tidak Menular
HDL-C	: <i>High Density Lipoprotein – Cholesterol</i>
LDL	: <i>Low Density Lipoprotein</i>
T2DM	: Diabetes Melitus Tipe 2
NCEP ATP III	: <i>Nasional Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III Report</i>
CVD	: <i>Cardiovascular Disease</i>
IMT	: Indeks Massa Tubuh
FFA	: <i>Free Fatty Acid</i>
TG	: Trigliserida
VLDL	: <i>Very Low Density Lipoprotein</i>
CETP	: <i>Cholesterol Ester Transfer Protein</i>
PAI-1	: <i>Plasminogen Activator Inhibitor -1</i>
TNF- α	: <i>Tumor Necrosis Factor- α</i>
RAS	: <i>Renin Angiotensinogen System</i>
ROS	: <i>Reactive Oxygen Species</i>
LOX-1	: <i>Lectin-type Oxidized LDL Receptor-1</i>
VSMC	: <i>Vascular Smooth Muscle Cell</i>
IL-6	: <i>Interleukin-6</i>
CRP	: <i>C-reactive protein</i>
TLRs	: <i>Toll-Like Receptors</i>
MCP-1	: <i>Monocyte Chemoattractant Protein-1</i>
PAMPs	: <i>Pathogen-Associated Molecular Patterns</i>
DAMPs	: <i>Damage-Associated Molecular Patterns</i>
SFAs	: <i>Saturated Fatty Acids</i>
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
GDP	: Gula Darah Puasa
WHO	: <i>World Health Organization</i>
JNC 7	: <i>Join National Committee-7</i>
DASH	: <i>Dietary Approaches to Stop Hypertension</i>
MUFA	: <i>Monounsaturated fatty acid</i>
ACE	: <i>Angiotensin Converting Enzyme</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Manifestasi Umum Sindrom Metabolik.....	3
Gambar 2. Patogenesis terjadinya Sindrom Metabolik.	6
Gambar 3. Resistensi Insulin pada Sindrom Metabolik.....	7

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbandingan 5 Pedoman Diagnostik Sindrom Metabolik.....	9
Tabel 2. Kriteria Sindrom Metabolik pada Remaja.....	11
Tabel 3. Intervensi Farmakokinetik Sindrom Metabolik.....	13

DAFTAR BAGAN

Bagan 1. Alur Kriteria Diagnostik Sindrom Metabolik	10
Bagan 2. Kerangka Teori.....	14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia saat ini memiliki beban penyakit ganda, yakni Penyakit Menular dan Penyakit Tidak Menular (PTM). Peningkatan kasus PTM yang terjadi secara signifikan membuat beban masyarakat dan negara semakin bertambah, sebab memakan waktu lama, mahal, serta membutuhkan teknologi tinggi untuk memprosesnya. Kasus PTM sebenarnya tidak menular, tetapi bersifat fatal dan menjadikan seseorang menjadi tidak produktif ataupun lemah. Akan tetapi, PTM sebenarnya bisa dihindari dengan mengidentifikasi faktor resiko sejak dini. Salah satu PTM tersebut adalah Sindrom Metabolik. (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019)

Sindrom metabolik merupakan permasalahan kesehatan masyarakat global dan tantangan klinis yang terkait dengan urbanisasi, konsumsi energi berlebih, peningkatan obesitas dan gaya hidup menetap serta efek yang terkait. Sindrom metabolik yang bisa disebut juga sebagai sindrom X menurut WHO didefinisikan sebagai keadaan patologis yang ditandai dengan adanya obesitas sentral, resistensi insulin, hipertensi, dan hiperlipidemia. Disamping suksesnya pencegahan penyakit menular di dunia, *noncommunicable disease* atau PTM ini merupakan salah satu masalah kesehatan global yang utama. Penyebab terbesar yang memicu penyakit ini adalah tren konsumsi makanan cepat saji, tinggi kalori, dan rendah serat yang meningkat serta penurunan aktivitas fisik akibat gaya hidup yang sedenter. (Aziz et al., 2023)

Prevalensi sindrom metabolik secara global semakin meningkat. Di Amerika Serikat, sekitar 1 dari 3 orang dewasa memiliki sindrom metabolik. Hal ini didukung dengan data bahwa indeks massa tubuh orang dewasa di Amerika Serikat meningkat 0,37% dan lingkaran pinggang mereka meningkat 0,27% tiap tahunnya. Selain itu, sekitar 12,2% orang berusia >18 tahun di Amerika Serikat menderita diabetes melitus tipe 2. (Saklayen, 2018) Secara global, prevalensi sindrom metabolik pada populasi Asia berkisar antara 12 hingga 37 persen. (Herningtyas and Ng, 2019)

Prevalensi sindrom metabolik di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 21,66 persen, sedangkan pada tahun 2020 prevalensi sindrom metabolik pada kelompok pria dan wanita masing-masing sebesar 28 persen dan 46 persen. (Herningtyas and Ng, 2019). Menurut penelitian yang termasuk dalam Riset Kesehatan Dasar Indonesia, prevalensi sindrom metabolik adalah 23% pada populasi berusia >18 tahun. Prevalensi ini juga ditemukan lebih tinggi pada populasi wanita (26,6%) daripada laki-laki (18,3%). Peningkatan ini berhubungan dengan perubahan gaya hidup masyarakat modern yang semakin sedenter dan perubahan pola makan yang tinggi kalori. (Fithra Dieny et al., 2015)

Remaja adalah fase transisi dari masa anak menjadi masa dewasa. Masa remaja merupakan fase kritis dimana terjadi beberapa perubahan, seperti perubahan fisik, perkembangan otak, maturasi organ seksual, dan perkembangan psikososial yang mempengaruhi perilaku terkait kesehatan. (Az Zahra et al., 2022) Karena itu, remaja rentan mengalami permasalahan kesehatan, seperti obesitas. Obesitas merupakan indikator positif sindrom metabolik. Perubahan hormon pada masa remaja dapat mempengaruhi metabolisme yang memiliki dampak kesehatan. Sebagai contoh, hormon testosteron memiliki efek pada metabolisme glukosa. (Suastika, 2020) Puncak hormon testosteron pada akhir masa remaja dapat memberi dampak pada perkembangan kesehatan pada saat dewasa. (Rodrigues et al., 2021)

Sindrom metabolik terjadi akibat interaksi mikrobiota usus, diet, dan genetik. Saat ini, diet merupakan salah satu strategi pencegahan dan tatalaksana pada sindrom metabolik. Diet mempengaruhi gen yang terlibat pada fungsi metabolik. (Lin et al., 2019) Penurunan berat badan hingga 5- 10% melalui diet dan aktivitas fisik memperbaiki sindrom metabolik. (Lin et al., 2019) Perubahan pada masa remaja, seperti maturasi organ, plastisitas otak, perubahan perilaku dan lingkungan sosial pada remaja memiliki dampak penting untuk kesehatan saat remaja menjadi dewasa. Pada masa remaja, intervensi kesehatan perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya komplikasi kesehatan yang lebih buruk di masa dewasa. Informasi tentang sindrom metabolik dan diet pada remaja obesitas diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan pada remaja obesitas untuk mencegah terjadinya sindrom metabolik atau komplikasi yang lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti prevalensi kejadian sindrom metabolik pada mahasiswa baru bidang kesehatan Universitas Hasanuddin tahun akademik 2024-2025.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

- Bagaimana prevalensi kejadian sindrom metabolik pada mahasiswa baru bidang kesehatan Universitas Hasanuddin tahun akademik 2024-2025?
- Apa saja faktor risiko yang berkontribusi terhadap kejadian sindrom metabolik pada mahasiswa baru bidang kesehatan Universitas Hasanuddin tahun akademik 2024-2025?
- Apakah terdapat perbedaan antropometri antara dengan atau tanpa sindrom metabolik pada mahasiswa baru obesitas?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengetahui kejadian sindrom metabolik berdasarkan kriteria NCEP ATP III pada mahasiswa baru bidang kesehatan Universitas Hasanuddin tahun akademik 2024-2025

1.3.2 Tujuan khusus

1. Menilai prevalensi kejadian sindrom metabolik pada mahasiswa baru bidang kesehatan Universitas Hasanuddin tahun akademik 2024-2025 yang menderita obesitas
2. Menilai faktor risiko yang berkontribusi terhadap kejadian sindrom metabolik pada mahasiswa obesitas
3. Menilai karakteristik antropometri, komposisi tubuh, tekanan darah, profil biokimia, aktivitas fisik, pola makan, tingkat stres, dan durasi tidur pada mahasiswa obesitas.
4. Menilai hubungan antara karakteristik demografis, klinis, komposisi tubuh, gaya hidup, dan profil laboratorium dengan kejadian sindrom metabolik.
5. Menilai perbedaan karakteristik antropometri, komposisi tubuh, tekanan darah, profil laboratorium, aktivitas fisik, pola makan, durasi tidur dan tingkat stres antara mahasiswa obesitas dengan dan tanpa sindrom metabolik.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Pengembangan Ilmu

Penelitian ini dapat memberikan wawasan mendalam tentang mekanisme faktor risiko yang mendasari kejadian sindrom metabolik. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut yang meneliti terkait intervensi faktor risiko yang dapat dimodifikasi sejak dini untuk mengurangi kejadian sindrom metabolik terutama pada saat usia remaja.

1.4.2 Aplikasi Klinis

Penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi mahasiswa yang memiliki risiko tinggi terhadap kejadian sindrom metabolik, membantu dalam merancang intervensi yang lebih efektif untuk mengurangi kejadian sindrom metabolik dan untuk mengurangi komplikasi terkait sindrom metabolik, seperti penyakit kardiovaskular dan diabetes, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas hidup pasien.

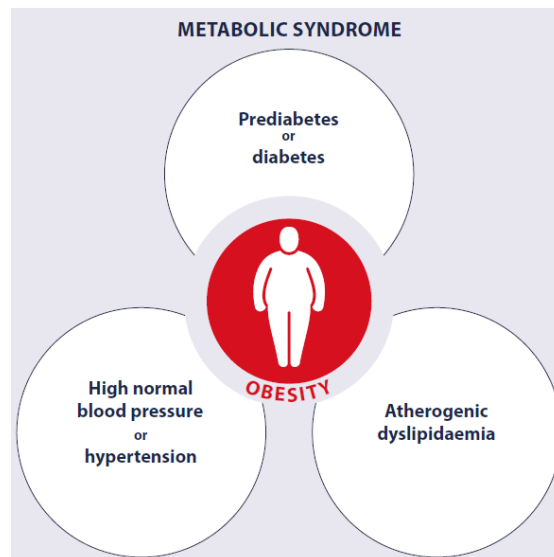
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Sindrom Metabolik

Sindrom Metabolik merupakan ketidakseimbangan metabolisme yang menjadi faktor risiko Penyakit Tidak Menular yang ditandai dengan kelebihan lemak perut, tingginya kadar trigliserida, rendahnya kadar kolesterol lipoprotein berdensitas tinggi (HDL-C), tekanan darah tinggi, serta resistensi insulin. Sindrom Metabolik merupakan salah satu masalah kesehatan metabolik di zaman modern yang kompleks dan banyak penyebabnya serta mengalami peningkatan prevalensi tiap tahunnya. (Rodrigues et al., 2021)

Sindrom metabolik merupakan sekumpulan gejala berupa obesitas sentral, hipertensi, gangguan toleransi glukosa, dan dislipidemia yang dapat berkembang menjadi diabetes mellitus (DM) tipe 2, stroke, penyakit kardiovaskular, dan mortalitas. Dibandingkan dengan komponen-komponen pada sindrom metabolik lainnya, obesitas sentral paling dekat untuk memprediksi ada tidaknya sindrom metabolik. (Ananth et al., 2021) *Nasional Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III Report* (NCEP ATP III) mengidentifikasi sindrom metabolik sebagai faktor risiko multipleks untuk penyakit kardiovaskular (CVD) yang perlu mendapat perhatian klinis lebih. (Nilsson et al., 2019)



Gambar 1. Manifestasi Umum Sindrom Metabolik. (Dobrowolski et al., 2022)

2.2 Faktor Risiko Sindrom Metabolik

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terhadap terjadinya sindrom metabolik. Faktor-faktor tersebut dibagi menjadi dua yaitu faktor yang dapat dimodifikasi dan faktor yang tidak dapat dimodifikasi. Untuk faktor yang tidak dapat dimodifikasi yaitu umur, genetik, jenis kelamin sedangkan asupan gizi (diet), aktivitas fisik, kebiasaan merokok, alkohol, obesitas, sosial ekonomi, dan psikologis merupakan faktor yang dapat dimodifikasi. (Al Shehri et al., 2022)

1. Umur

Seiring dengan peningkatan umur, prevalensi sindrom metabolik semakin meningkat. Usia lanjut dianjurkan untuk mengonsumsi karbohidrat kurang dari 60% dari total energi sebab peningkatan konsumsi karbohidrat akan meningkatkan resistensi insulin terutama dalam populasi usia lanjut. (Al Shehri et al., 2022)

2. Genetik

Studi asosiasi genom mengidentifikasi hampir 150 varian genetik yang signifikan terkait dengan ukuran tubuh atau risiko obesitas. Kerentanan genetik pada kasus sindrom metabolik dapat terjadi pada berbagai tingkatan: dalam jaringan adiposa, dalam jalur sinyal insulin, dan dalam regulasi komponen

individual dari sindrom ini. (Al Shehri et al., 2022)

Namun, tidak ada sifat genetik umum yang telah diidentifikasi untuk sindrom metabolik itu sendiri. Banyak varian genetik yang terlibat dalam patogenesis sindrom metabolik terkait khusus dengan metabolisme glukosa atau metabolisme lipid, tetapi tidak ada jalur genetik yang seragam untuk sindrom itu sendiri. Keluarga dengan riwayat positif telah menunjukkan kecenderungan yang tinggi terhadap sindrom metabolik dibandingkan dengan keluarga tanpa riwayat sindrom metabolik (42,63%). (Al Shehri et al., 2022)

3. Jenis Kelamin

Pengaruh jenis kelamin terhadap prevalensi sindrom metabolik hampir sama antara pria dan wanita. Namun prevalensi untuk pria lebih tinggi dibandingkan dengan wanita. Hal tersebut disebabkan pria mempunyai lingkaran pinggang yang lebih besar dibandingkan wanita yang merupakan salah satu tanda adanya obesitas sentral. (Al Shehri et al., 2022)

4. Asupan Gizi (Diet)

Dalam perkembangan sindrom metabolik, diet memegang peran utama. Risiko sindrom ini meningkat dengan asupan lemak jenuh tinggi dari daging merah dan lemak trans dalam makanan cepat saji, sementara konsumsi eksklusif daging putih terbukti memiliki efek pelindung. Faktor lain yang melindungi dari sindrom metabolik yaitu dengan konsumsi sayuran dan buah segar. (Rus et al., 2023)

Pola diet yang dapat meningkatkan risiko sindrom metabolik melibatkan asupan garam tinggi dan konsumsi minuman bersoda yang signifikan. Pasien yang mengonsumsi lebih banyak garam per hari secara signifikan lebih berisiko mengalami sindrom metabolik. Selain itu, prevalensi sindrom metabolik lebih tinggi pada individu yang secara rutin mengonsumsi minuman bersoda. (Rus et al., 2023)

Konsumsi tinggi karbohidrat >60 % dari total kalori yang dikonsumsi meningkatkan risiko sindrom metabolik. Konsumsi tinggi karbohidrat meningkatkan kadar trigliserida yang merupakan salah satu kriteria sindrom metabolik. Hasil penelitian Esmailzadeh (2006) di Tehran Iran diperoleh bahwa konsumsi sayur yang tinggi dihubungkan dengan rendahnya risiko kejadian sindrom metabolik. Tidak ada hubungan signifikan antara konsumsi buah dengan rendahnya kadar kolesterol HDL. Hasil penelitian oleh Rizzo et al dalam literatur Mohamed et al. (2023), dengan analisis cross sectional dari 773 subjek, menunjukkan bahwa prevalensi sindrom metabolik lebih tinggi pada individu yang cenderung mengonsumsi makanan omnivora dibandingkan dengan vegetarian (47,55%). Temuan ini berkaitan dengan adanya kadar glukosa dan trigliserida yang lebih rendah pada mereka yang mengikuti diet vegetarian. (Rus et al., 2023)

5. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan faktor yang menentukan perkembangan sindrom metabolik sebab mempengaruhi obesitas dan distribusi lemak serta proses inflamasi yang berhubungan dengan risiko penyakit kardiovaskular pada usia lanjut. Aktivitas fisik tingkat moderat dapat menurunkan tekanan darah secara signifikan pada pasien hipertensi esensial ringan hingga sedang. *The Pawtucket Study* menyebutkan bahwa terdapat hubungan signifikan antara aktivitas fisik dan peningkatan kadar HDL. Selain itu aktivitas fisik juga berperan pada peningkatan sensitivitas reseptor insulin sehingga mencegah resistensi insulin. Pada wanita, penurunan aktivitas fisik meningkatkan risiko 2 kali lipat sindrom metabolik. (Mendrick et al., 2018)

Peningkatan penggunaan perangkat elektronik dan waktu menonton televisi terkait dengan risiko obesitas, sementara adanya sumber daya komunitas yang mendukung aktivitas fisik, seperti trotoar dan taman bermain, berkorelasi negatif dengan tingkat obesitas pada remaja. (Mendrick et al., 2018)

6. Merokok

Menurut Rus, ada dua faktor utama yang mempengaruhi timbulnya sindrom metabolik, yaitu merokok dan pola makan yang kurang baik. Individu yang merokok memiliki risiko lebih tinggi untuk mengembangkan sindrom metabolik, dengan peningkatan risiko sebesar 1,07–1,66 kali lipat dibandingkan dengan non-perokok. Merokok dapat meningkatkan peradangan dan trombosis, yang menghasilkan stres oksidatif, aktivitas prothrombotic, agregasi trombosit, aktivasi leukosit, peroksidasi lipid, dan proliferasi otot polos. (Rus et al., 2023)

Nikotin juga berpengaruh pada sistem kardiovaskular dengan meningkatkan tekanan darah sistolik dan diastolik, denyut jantung, dan curah jantung. Penggunaan tembakau dan nikotin dalam jangka waktu yang lama telah dilaporkan dapat meningkatkan tingkat ekspresi hormon leptin, yang kemudian mengakibatkan penurunan sensitivitas hormon tersebut dan dapat menyebabkan kelebihan berat badan. Sebuah penelitian oleh Kawada et al. mengevaluasi insiden sindrom metabolik pada pekerja perokok

(n=2136) setelah satu tahun, dan hasilnya menunjukkan bahwa insiden sindrom metabolik lebih tinggi pada perokok aktif dibandingkan dengan non-perokok sebesar 6,3%. (Al Shehri et al., 2022)

Penelitian yang dilakukan oleh *Lipid Research Program Prevalence Study* menunjukkan bahwa mereka yang merokok 20 batang atau lebih perhari mengalami penurunan HDL sekitar 11% untuk laki-laki dan 14 % untuk perempuan, dibandingkan dengan mereka yang tidak merokok. Orang yang merokok 20 batang atau lebih perhari dapat meningkatkan efek dua faktor utama risiko yaitu hipertensi dan hiperkolesterol. Risiko kejadian penyakit kardiovaskuler secara signifikan 3 kali lebih besar pada orang yang merokok dibandingkan dengan orang yang tidak merokok, dan juga 3 kali lebih besar pada orang yang merokok kretek. Aktivitas fisik dapat meningkatkan *metabolic rate* sehingga dapat membantu mengontrol berat badan namun, perokok cenderung untuk kurang beraktivitas dibanding yang tidak merokok. (Al Shehri et al., 2022)

7. Alkohol

Konsumsi alkohol terkait dengan perkembangan sindrom metabolik. Penelitian oleh Feiberg dalam Mohamed et al. (2023) menyatakan bahwa konsumsi alkohol berat (lebih dari 20 kali/bulan) berhubungan dengan kadar kolesterol HDL serum rendah, peningkatan trigliserida serum, lingkaran pinggang yang lebih besar, hiperinsulinemia, dan peningkatan insiden sindrom metabolik. (Dobrowolski et al., 2022) Di sisi lain, konsumsi alkohol dalam jumlah ringan dan sedang (1-19 kali/bulan) menurunkan kadar insulin, lipid serum, dan insiden sindrom metabolik (n=8.125). (Mohamed et al., 2023)

Namun, Rus et al. (2023) mencatat bahwa tidak ada hubungan langsung antara konsumsi alkohol dan sindrom metabolik; oleh karena itu, tidak dianggap sebagai faktor risiko. Sindrom metabolik cenderung lebih sering terjadi pada individu yang sama sekali tidak mengonsumsi alkohol daripada mereka yang minum dalam jumlah sedang. Meskipun demikian, beberapa studi mendukung teori bahwa setiap jumlah alkohol dapat meningkatkan tekanan darah dan indeks massa tubuh (BMI), sehingga menekankan risiko sindrom metabolik secara keseluruhan. (Cleven et al., 2023)

8. Obesitas

Berbagai bentuk obesitas terkait dengan seluruh komponen sindrom metabolik. Jaringan adiposa, yang berperan sebagai organ endokrin utama, mengeluarkan zat yang mungkin memiliki peran penting dalam perkembangan sindrom metabolik. Obesitas abdominal, yang sering ditunjukkan oleh lingkaran pinggang yang besar, dan penimbunan lemak di organ hati, pankreas, dan otot rangka tampaknya memiliki dampak yang signifikan. Menurut Codazzi et al. (2023), obesitas dan resistensi insulin saling terkait erat dalam patogenesis sindrom metabolik. Obesitas tanpa resistensi insulin tidak dapat menyebabkan sindrom metabolik. (Codazzi et al., 2024)

Riwayat keluarga, gaya hidup, dan faktor psikologis berperan dalam kecenderungan obesitas. Risiko obesitas dapat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, seperti kecenderungan untuk menumpuk lemak atau pola makan dan kebiasaan olahraga. Anak dengan salah satu orang tua obesitas memiliki risiko tiga kali lipat untuk menjadi obesitas saat dewasa, sedangkan jika kedua orang tua obesitas, risikonya meningkat sepuluh kali lipat. Penelitian pada 260 anak menunjukkan bahwa riwayat keluarga dengan penyakit kardiometabolik dan obesitas merupakan faktor risiko penting untuk keparahan obesitas pada masa kanak-kanak. (Codazzi et al., 2024)

9. Sosial Ekonomi

Dalam intervensi gaya hidup, sulit untuk menggeneralisasi setiap individu. Setiap gaya hidup seseorang terkait dengan sosial-ekonomi masing-masing. Peningkatan pendapatan masyarakat pada kelompok sosial ekonomi tertentu, terutama di perkotaan menyebabkan adanya perubahan pola makan dan pola aktivitas yang mendukung terjadinya peningkatan jumlah populasi obesitas yang merupakan faktor risiko sindrom metabolik. (Codazzi et al., 2024)

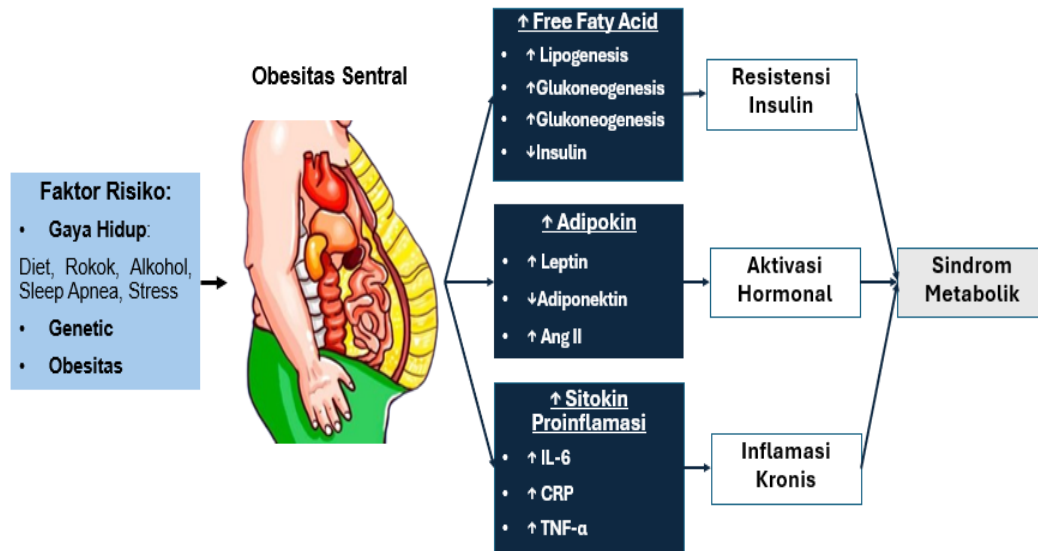
10. Psikologis (Stres)

Faktor psikologis dapat menimbulkan terjadinya obesitas karena adanya emosional yang tidak stabil. Hal tersebut menyebabkan individu cenderung untuk melakukan pelarian diri (*self mechanism defense*). Bentuk pelarian diri bisa berupa mengonsumsi makanan yang mengandung kalori dan kolesterol tinggi dalam jumlah yang berlebihan. (Codazzi et al., 2024)

Penelitian yang dilakukan oleh Pyykkönen et al. dalam literatur Mohamed et al. (2023) menyatakan bahwa mengalami peristiwa kehidupan yang sangat stres, terutama terkait dengan masalah keuangan, pekerjaan, dan kesehatan, atau menghadapi setidaknya tiga peristiwa dalam salah satu domain kehidupan selama 12 bulan terakhir, berhubungan dengan tingkat trigliserida, lingkaran pinggang, dan Indeks Massa

Tubuh (IMT) yang lebih tinggi. Akibatnya, terdapat peningkatan insiden sindrom metabolik sebesar 78,69% dibandingkan dengan mereka yang tidak mengalami stress. (Mohamed et al., 2023)

2.3 Patogenesis Sindrom Metabolik



Gambar 2. Patogenesis terjadinya Sindrom Metabolik. (Jha et al., 2023)

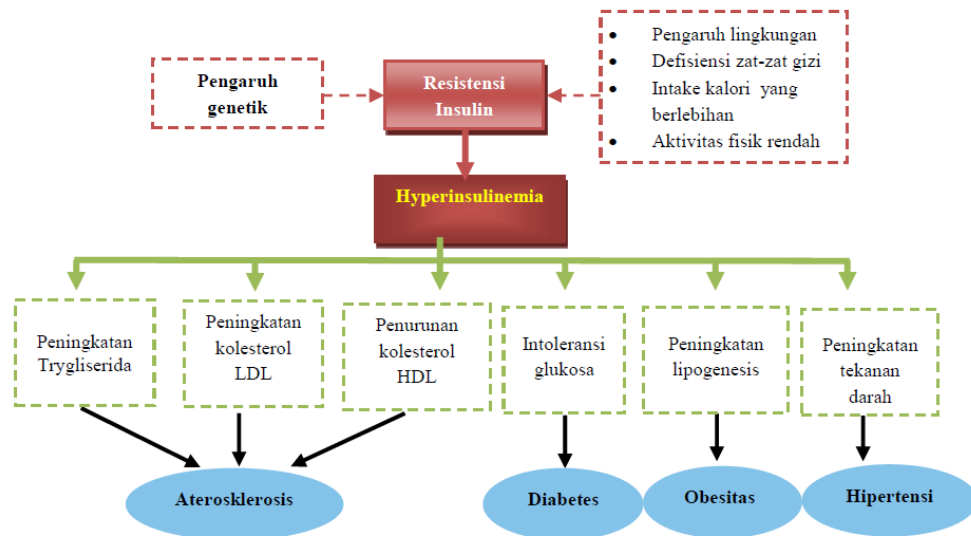
a. Resistensi Insulin

Insulin merupakan hormon peptida yang diproduksi oleh sel beta pankreas sebagai respons terhadap kenaikan kadar glukosa darah. Insulin memiliki dampak anabolik dengan menghambat lipolisis dan glukoneogenesis di hati, juga meningkatkan penyerapan glukosa di hati, otot, dan jaringan adiposa. Saat resistensi insulin berkembang di jaringan lemak, ketidakmampuan insulin untuk efektif menghambat lipolisis menyebabkan peningkatan asam lemak bebas (FFA) yang beredar, yang kemudian menghambat efek antilipolitik insulin. (Jha et al., 2023)

FFA tidak hanya menghambat aktivasi protein kinase di otot, yang mengakibatkan penurunan penyerapan glukosa, tetapi juga meningkatkan aktivasi protein kinase di hati yang merangsang glukoneogenesis dan lipogenesis. Dengan demikian, terbentuklah keadaan hiperinsulinemia untuk menjaga keseimbangan glukosa. Namun, pada akhirnya, upaya kompensasi ini tidak berhasil dan sekresi insulin menurun. FFA juga bersifat lipotoksik terhadap sel beta pankreas yang menyebabkan penurunan produksi insulin. (Jha et al., 2023)

Konsentrasi FFAs yang tinggi meningkatkan pembentukan ester kolesterol dan trigliserida (TG), yang selanjutnya memicu produksi lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL) yang kaya TG. Proses ini mengaktifkan protein transfer ester kolesterol (CETP), yang mendukung perpindahan TG dari VLDL ke HDL, meningkatkan klirens HDL, dan mengurangi konsentrasinya.¹⁵ Di samping itu, LDL yang mengandung banyak trigliserida, terbentuk setelah pertukaran dengan ester kolesterol LDL, mengalami hidrolisis oleh lipoprotein atau lipase hati, menghasilkan partikel LDL kecil dan padat yang kurang kolesterol. (Jha et al., 2023)

Resistensi insulin turut berperan dalam perkembangan Sindrom metabolik dengan menyebabkan hipertensi, yang sebagian disebabkan oleh kehilangan efek vaskodilator insulin dan vasokonstriksi akibat FFA yang dihasilkan dari produksi spesies oksigen reaktif dan penghilangan oksida nitrat. Mekanisme tambahan melibatkan peningkatan stimulasi simpatis dan reabsorpsi natrium yang dipicu oleh renin di dalam ginjal. Selain itu, resistensi insulin menyebabkan peningkatan viskositas serum, menciptakan kondisi prothrombotic, dan meningkatkan pelepasan sitokin proinflamasi dari jaringan adiposa, semuanya berperan signifikan dalam meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2. (Weronika et al., 2019)



Gambar 3. Resistensi Insulin pada Sindrom Metabolik (Jha et al., 2023)

b. Aktivitas Hormonal dan Jaringan Adiposa

Adipokinin merupakan molekul yang dilepaskan oleh jaringan adiposa melalui jalur endokrin. Molekul ini memainkan peran utama dalam mengatur berbagai aspek metabolisme, sensitivitas insulin, dan kondisi keseimbangan gula darah. Jenis-jenis adipokinin, termasuk hormon seperti leptin dan adiponektin, peptida seperti angiotensinogen, apelin, resistin, dan inhibitor aktivator plasminogen (PAI)-1, serta sitokin inflamasi seperti interleukin (IL)-6, tumor necrosis factor α (TNF α), visfatin, omentin, dan chemerin, memberikan peran signifikan terhadap patofisiologi resistensi insulin dan sindrom metabolik. (Weronika et al., 2019)

Kadar leptin yang tinggi berbanding lurus dengan kelebihan berat badan dan kadar lemak tubuh. Fungsi utama leptin mencakup pengaturan asupan makanan, pengeluaran energi, serta kontrol terhadap gula darah dan insulin. Konsep "resistensi leptin" muncul ketika respon tubuh terhadap hormon ini menurun, terlepas dari tingginya kadar leptin. Leptin juga memberikan dampak pada sistem kekebalan tubuh dengan memicu jalur Th1 dan membalikkan dampak immunosupresi yang terkait dengan kondisi kelaparan. Hubungan yang terbentuk antara kadar leptin yang tinggi dan peningkatan risiko penyakit jantung serta peradangan menjadikan hormon ini sebagai komponen kunci dalam menghubungkan obesitas, sindrom metabolik, dan masalah kardiovaskular. (Jha et al., 2023)

Proses kebalikan berlaku untuk adiponektin. Sebagai adipokinin dengan sifat antiinflamasi dan antiaterogenik, adiponektin bertindak sebagai lawan dari efek leptin. Sifat-sifat antiaterogenik adiponektin melibatkan pengurangan reaktivitas pembuluh darah dan proliferasi otot polos, serta peningkatan stabilitas plak. Adiponektin dianggap sebagai faktor pelindung terhadap perkembangan diabetes, hipertensi, dan serangan jantung. Kenaikan dalam massa jaringan adiposa berkorelasi dengan penurunan adiponektin dan peningkatan kadar leptin, yang pada gilirannya meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular. (Jha et al., 2023)

Salah satu jalur neurohormonal yang krusial dalam perkembangan Sindrom metabolik adalah keterlibatan sistem renin–angiotensinogen (RAS). Jaringan adiposa menghasilkan peptida angiotensin II (Ang II) setelah enzim pengonversi angiotensin diaktifkan. Tingkat Ang II dalam plasma terbukti meningkat pada kondisi obesitas dan resistensi insulin. Peptida ini memberikan efek patogenik melalui aktivasi nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH) oksidase, yang meningkatkan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS). (Jha et al., 2023)

ROS memiliki efek ganda yang bervariasi, termasuk cedera pada endotel, ekspresi NF-kB, agregasi trombosit, oksidasi LDL, dan ekspresi lipoprotein reseptor-1 (LOX-1) pada VSMC dan endotel. Bersama-sama, RAS, LOX-1, dan ROS menginisiasi siklus berbahaya dari disfungsi endotel, peradangan, dan proliferasi fibroblas, yang berkontribusi pada progresi dislipidemia, T2DM, hipertensi, vasculopati, dan penyakit kardiovaskular. (Jha et al., 2023)

c. Inflamasi Kronis

Pemahaman tentang mikrobioma usus dan hubungannya dengan penyakit, termasuk obesitas, telah berkembang pesat. Obesitas mengubah lingkungan mikro usus, menghasilkan lebih banyak spesies virus dan meningkatkan risiko. Beberapa mekanisme patogenesis yang ikut berperan dalam munculnya sindrom metabolik menghasilkan keadaan proinflamasi yang dicirikan oleh peningkatan sitokin proinflamasi seperti IL-6, C-reactive protein (CRP), dan TNF- α pada individu dengan sindrom metabolik. IL-6, sebagai suatu sitokin yang dilepaskan oleh makrofag dan adiposit, menunjukkan peningkatan kadar seiring dengan resistensi insulin dan obesitas.¹⁰ Sitokin ini memberikan dampak pada berbagai jaringan, menginduksi efek metabolik yang berujung pada obesitas. (Jha et al., 2023)

Di hati, IL-6 meningkatkan produksi reaktan fase akut, termasuk CRP. Tingkat CRP yang tinggi telah terbukti memiliki korelasi yang paling kuat dengan penyakit jantung, diabetes tipe 2, dan sindrom metabolik. IL-6 juga mendukung kondisi prothrombotic dengan meningkatkan tingkat fibrinogen, suatu reaktan fase akut lainnya. Terlebih lagi, IL-6 berpengaruh pada jaringan lain seperti sel otot polos pembuluh darah (VSMC) dan sel endotel, mempromosikan ekspresi molekul adhesi sel vaskular (VCAMs) dan mengaktifkan jalur RAS lokal, yang pada gilirannya menyebabkan aterosklerosis, peradangan, dan disfungsi dinding pembuluh darah. (Weronika et al., 2019)

TNF α , sebagai sitokin yang dihasilkan di dalam jaringan adiposa, terutama oleh makrofag, menyebabkan kerusakan pada sinyal insulin di adiposit dan hepatosit melalui serin fosforilasi dan inaktivasi reseptor insulin. Akibatnya, terjadi pengurangan efek metabolik insulin. Selain itu, TNF α juga berperan dalam resistensi insulin dengan merangsang lipolisis di hati, yang pada akhirnya meningkatkan kadar FFA dalam peredaran darah. (Weronika et al., 2019)

Reseptor sistem kekebalan bawaan (innate) lain yang berperan dalam kondisi inflamasi kronis pada individu dengan Sindrom metabolik adalah Toll-like receptors (TLRs). TLRs memiliki peran dalam mengenali patogen dan mengatur respons kekebalan bawaan melalui aktivasi jalur sinyal inflamasi, yang mengakibatkan pelepasan berbagai sitokin seperti TNF α , IL-6, IL-1 β , dan monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-1). (Weronika et al., 2019)

Respon kekebalan diinisiasi setelah pengenalan TLR terhadap ligand seperti pathogen-associated molecular patterns (PAMPs) yang berasal dari patogen (misalnya, LPS) dan damage-associated molecular patterns (DAMPs) yang berasal dari jaringan inang yang rusak dan terjadi peradangan. Di antara DAMPs, banyak ligand endogen seperti asam lemak jenuh (SFAs), LDL yang dimodifikasi, produk akhir glikasi lanjut, produk degradasi matriks ekstraseluler, dan heat shock protein, diakui oleh TLRs, khususnya TLR2 dan TLR4, mengaktifkan kaskade proinflamasi. (Jha et al., 2023; Weronika et al., 2019)

2.4 Kriteria Diagnosis Sindrom Metabolik

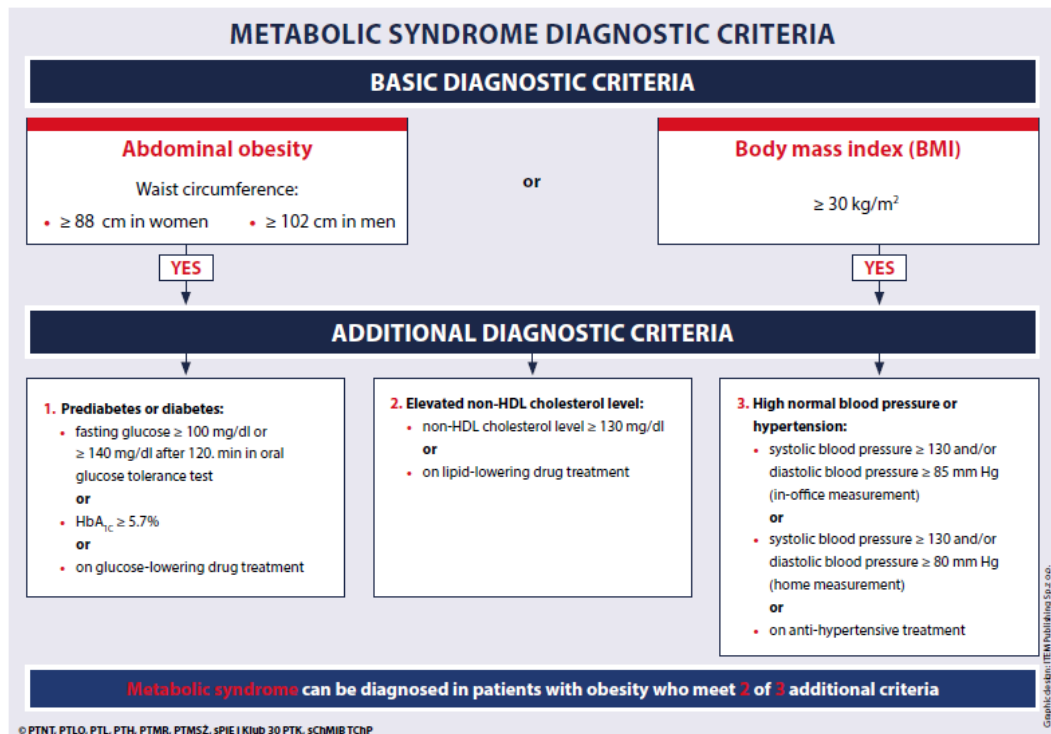
WHO merupakan organisasi pertama yang mengusulkan kriteria sindrom metabolik pada tahun 1998. Menurut WHO istilah sindrom metabolik dapat dipakai pada populasi DM karena dapat memenuhi kriteria tersebut dan menunjukkan besarnya risiko terhadap kejadian kardiovaskular. Pada tahun 2001, NCEP ATP III mengajukan kriteria baru yang tidak mengharuskan adanya komponen resistensi insulin. Meskipun tidak pula mewajibkan adanya komponen obesitas sentral, kriteria ini menganggap bahwa obesitas sentral merupakan faktor utama yang mendasari sindrom metabolik. Nilai *cut-off* lingkar perut diambil dari *National Institute of Health Obesity Clinical Guidelines*; ≥ 102 cm untuk pria dan ≥ 88 cm untuk wanita.²⁰ untuk etnik tertentu seperti Asia dengan *cut-off* lebih rendah dari ATP III, sudah berisiko terkena sindrom metabolik. Selain faktor genetik, umur dan jenis kelamin, obesitas dan etnis juga mempunyai peran terhadap sindrom metabolik, dengan beberapa kelompok etnis yang secara signifikan kurang berisiko untuk terjadi sindrom metabolik, hal tersebut kemungkinan besar karena faktor genetik dan gaya hidup yang berbeda. (Thaweecharoen et al., 2019)

Tabel 1. Perbandingan 5 Pedoman Diagnostik Sindrom Metabolik (Thaweecharoen et al., 2019)

	WHO (1999)	NCEP-ATP III (2001)	NCEP-R (2004)	IDF (2005)	AACE
Obesity	WHR >0.90(male) >0.85(female) or BMI>30 kg/m ²	WC ≥ 102 cm (male) ≥ 88 cm (female)	WC ≥ 102 cm (male) ≥ 88 cm (female)	[REQUIREMENT] WC ≥ 94 cm (male) ≥ 80 cm (female)	Overweight/ Obesity BMI ≥ 25 kg/m ²
Serum triglycerides	≥ 150mg/dl	≥ 150 mg/ dl	≥ 150 mg/ dl or medication	≥ 150 mg/ dl or medication	≥ 150 mg/ dl
Serum HDL	< 35 mg/ dl (male)	< 40 mg/ dl (male)	< 40 mg/ dl (male)	<40 mg/ dl (male)	<40 mg/ dl (male)
Cholesterol	< 39 mg/ dl (female)	< 50 mg/ dl (female)	< 50 mg/ dl (female) or medication	<50 mg/ dl (female) or medication	<50 mg/ dl (female)
Blood pressure	≥ 140/ 90 mmHg	≥ 130/85 mmHg or medication	≥ 130/85 mmHg or medication	≥ 130/85 mmHg or medication	≥130/ 85 mmHg or medication
Fasting plasma glucose	[REQUIREMENT] FPG≥110 mg/ dl	≥ 100mg/ dl	≥ 100mg/ dl	≥ 100mg/ dl or previously diagnosed T2DM	110-126 mg/ dl
Other risk factors	Urinary albumin excretion rate ≥ 20µg/ min or albumin / creatinine ratio ≥ 30 mg/g				Family history of T2DM, HTN, or CVD. Polycystic ovary syndrome, sedentary life style, Advancing age and ethnic groups having high risk for DM or CVD Physician's judgement
Diagnosis	Impaired FPG+any 2 criteria	Any 3 criteria	Any 3 criteria	WC+any 2 criteria	or CVD Physician's judgement

T2DM: Type 2 diabetes mellitus, HTN: Hypertension, CVD: Cerebrovascular accident, DM: Diabete mellitus, WC: Waist circumference. NCEP ATP III : National cholesterol education program adult tretment panel III, NCEP-R: NCEP-R: revised NCEP, IDF: International diabetes federation, ACE: American association of clinical endocrinologists, WHO: World Health Organization, WHR: Waist-to-hip ratio, BMI: Body mass index, HDL: high density lipoprotein

Kriteria yang sering digunakan untuk menilai pasien sindrom metabolik adalah NCEP-ATP III, yaitu apabila seseorang memenuhi 3 dari 5 kriteria yang disepakati, antara lain: lingkar perut pria > 90 cm atau wanita > 80 cm; hipertrigliseridemia (kadar serum trigliserida > 150 mg/dL), kadar HDL-C < 40 mg/dL untuk pria, dan < 50 mg/dL untuk wanita; tekanan darah > 130/85 mmHg; dan kadar glukosa darah puasa > 100 mg/dL. Suatu kepastian fenomena klinis yang terjadi yaitu obesitas sentral menjadi indikator utama terjadinya sindrom metabolik sebagai dasar pertimbangan dikeluarkannya diagnosis terbaru oleh IDF tahun 2005. Seseorang dikatakan menderita sindrom metabolik bila ada obesitas sentral (lingkar perut > 90 cm untuk pria Asia dan lingkar perut > 80 cm untuk wanita Asia) ditambah 2 dari 4 faktor berikut : (1) Trigliserida > 150 mg/dL (1,7 mmol/L) atau sedang dalam pengobatan untuk hipertrigliseridemia; (2) HDL-C: < 40 mg/dL (1,03 mmol/L) pada pria dan < 50 mg/dL (1,29 mmol/L) pada wanita atau sedang dalam pengobatan untuk peningkatan kadar HDL-C; (3) Tekanan darah: sistolik > 130 mmHg atau diastolik > 85 mmHg atau sedang dalam pengobatan hipertensi; (4) Gula darah puasa (GDP) > 100 mg/dL (5,6 mmol/L), atau diabetes tipe 2. Hingga saat ini masih ada kontroversi tentang penggunaan kriteria indikator SM yang terbaru tersebut (IDF, 2005).



Bagan 1. Alur Kriteria Diagnostik Sindrom Metabolik (Dobrowolski et al., 2022)

Kriteria diagnosis NCEP-ATP III menggunakan parameter yang lebih mudah untuk diperiksa dan diterapkan oleh para klinisi sehingga dapat dengan lebih mudah mendeteksi sindroma metabolik. Yang menjadi masalah adalah dalam penerapan kriteria diagnosis NCEP-ATP III adalah adanya perbedaan nilai “normal” lingkaran pinggang antara berbagai jenis etnis. Oleh karena itu pada tahun 2000 WHO mengusulkan lingkaran pinggang untuk orang Asia ≥ 90 cm pada pria dan wanita ≥ 80 cm sebagai batasan obesitas sentral. (Thaweecharoen et al., 2019)

2.5 Sindrom Metabolik pada Remaja

Definisi sindrom metabolik pada remaja lebih bervariasi dibandingkan pada dewasa. *International Diabetes Federation* (IDF) membuat diagnosis sindrom metabolik pada remaja berdasarkan definisi sindrom metabolik pada dewasa namun hanya digunakan pada remaja > 10 tahun namun penentuan obesitas sentral didasarkan lingkaran pinggang $\geq$ P90 atau kriteria dewasa jika lebih rendah. Jika remaja berusia > 16 tahun, maka digunakan kriteria dewasa.¹⁸ Obesitas sentral merupakan komponen sindrom metabolik yang sering ditemukan pada anak dan remaja. (Aziz et al., 2023) Studi menyebutkan bahwa kurangnya aktivitas fisik, konsumsi tinggi kalori, gaya hidup sedentari, dan kondisi sosial ekonomi yang tinggi merupakan faktor risiko sindrom metabolik pada remaja. (Aisiyah Widjaja et al., 2020)

Tabel 2. Kriteria Sindrom Metabolik pada Remaja (Aisiyah Widjaja et al., 2020)

Variables	IDF definition age <10 years	IDF definition ages 10–16 years	Cook et al.
Defining criteria	Cannot be diagnosed in the age group	Central obesity plus at least 2 out of 4 criteria	≥3 criteria
Central obesity		WC ≥90 th percentile or adult cut-off if lower	WC ≥90 th percentile
Hypertension		SBP ≥130 mmHg or DBP ≥85 mmHg or treatment with anti-hypertensive medication	BP ≥90 th percentile
Hypertriglyceridemia		TG ≥150 mg/dL	TG ≥110 mg/dL
Low HDL		HDL <40 mg/dL	HDL ≤40 mg/dL
Impaired glucose		FPG ≥100 mg/dL or known T2DM	FPG ≥110 mg/dL

2.6 Tatalaksana Sindrom Metabolik

Berdasarkan studi klinis, penatalaksanaan agresif terhadap komponen-komponen sindrom metabolik dapat mencegah atau memperlambat onset diabetes, hipertensi dan penyakit kardiovaskular. Semua pasien yang didiagnosis dengan sindrom metabolik hendaklah dimotivasi untuk merubah kebiasaan makan dan latihan fisiknya sebagai pendekatan terapi utama. Penurunan berat badan dapat memperbaiki semua aspek sindrom metabolik, mengurangi semua penyebab dan mortalitas penyakit kardiovaskular. Namun kebanyakan pasien mengalami kesulitan dalam mencapai penurunan berat badan. Latihan fisik dan perubahan pola makan dapat menurunkan tekanan darah dan memperbaiki kadar lipid, sehingga dapat memperbaiki resistensi insulin. (Dobrowolski et al., 2022)

2.6.1 Tatalaksana Non Farmakologi

Modifikasi gaya hidup menjadi kunci dalam pengobatan DM tipe 2, MS, dan obesitas. Jika semua kondisi ini disebabkan oleh ekspresi predisposisi genetik tertentu yang diperparah oleh gaya hidup yang tidak tepat, maka langkah pertama dalam pengobatan adalah memodifikasi gaya hidup tersebut. Modifikasi gaya hidup sangat penting dalam pengelolaan faktor risiko yang mendasari. Pengurangan berat badan dan pemeliharaan berat badan ideal adalah strategi pencegahan dan pengelolaan yang sangat penting. (Aziz et al., 2023)

a. Diet

Langkah pertama yang dapat dilakukan adalah modifikasi pola makan. Dalam pengobatan dan pencegahan gejala sindrom metabolik seperti dislipidemia, hiperglikemia dan hipertensi, dapat melakukan modifikasi pola makan dengan diet pembatasan energi, diet kaya asam lemak omega-3, diet protein sedang-tinggi, serta pola makan frekuensi tinggi. Menghindari lemak selain dari minyak zaitun, meningkatkan konsumsi buah, sayuran, dan sereal makanan utuh, menghindari produk yang diberi pemanis industri dan daging berlemak, serta mengonsumsi ikan putih dan terutama ikan biru, adalah beberapa rekomendasi dalam hal ini. (Aziz et al., 2023)

Berdasarkan Aziz et al. (2023), terdapat 2 macam diet yang sering direkomendasikan dalam kasus sindrom metabolik yaitu diet mediteranian dan diet vegan. Diet Mediterania terdiri dari sayuran, kacang-kacangan, buah-buahan, biji-bijian, dan konsumsi alkohol yang moderat. Orang yang mengonsumsi diet ini tidak memerlukan asupan garam karena mereka menggantinya dengan herba dan rempah-rempah yang tidak hanya membantu menurunkan tekanan darah setelah dikonsumsi tetapi juga menambah rasa. (Aziz et al., 2023)

Diet vegan adalah diet yang secara khusus berbasis tanaman dan menghilangkan semua makanan berorigin hewan, berbeda dengan diet vegetarian yang mungkin mencakup produk susu, telur, dan madu. Diet ini terdiri dari sereal, sayuran, kacang-kacangan, biji-bijian, kacang-kacangan, dan minyak nabati, yang seringkali kaya akan asam alfa-linolenat. Asam ini membantu menurunkan tekanan darah,

kadar kolesterol, dan membalikkan aterosklerosis. (Nilsson et al., 2019)

The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (JNC 7) merekomendasikan tekanan darah sistolik antara 120 – 139 mmHg atau diastolik 80 – 89 mmHg sebagai stadium pre hipertensi, sehingga modifikasi gaya hidup sudah mulai ditekankan pada stadium ini untuk mencegah penyakit kardiovaskular. Berdasarkan studi dari the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH), pasien yang mengkonsumsi diet rendah lemak jenuh dan tinggi karbohidrat terbukti mengalami penurunan tekanan darah yang berarti walaupun tanpa disertai penurunan berat badan. (Mohamed et al., 2023)

Untuk menurunkan hipertrigliseridemia atau meningkatkan kadar HDL kolesterol pada pasien dengan diet rendah lemak, asupan karbohidrat hendaklah dikurangi dan diganti dengan makanan yang mengandung lemak tak jenuh (*monounsaturated fatty acid* = MUFA) atau asupan karbohidrat yang mempunyai indeks glikemik rendah. Diet ini merupakan pola diet *Mediterranea* yang terbukti dapat menurunkan mortalitas penyakit kardiovaskular. Suatu studi menunjukkan adanya korelasi antara penyakit kardiovaskular dan asupan biji-bijian dan kentang. Para peneliti merekomendasikan diet yang mengandung biji-bijian, buah-buahan dan sayuran untuk menurunkan risiko penyakit kardiovaskular. Efek jangka panjang dari diet rendah karbohidrat belum diteliti secara adekuat, namun dalam jangka pendek, terbukti dapat menurunkan kadar trigliserida, meningkatkan kadar HDL-cholesterol dan menurunkan berat badan. (Aziz et al., 2023)

Pilihan tepat untuk menurunkan asupan karbohidrat adalah dengan mengganti makanan yang mempunyai indeks glikemik tinggi dengan makanan indeks glikemik rendah yang banyak mengandung serat. Makanan dengan indeks glikemik rendah dapat menurunkan kadar glukosa post prandial dan insulin. (Mohamed et al., 2023)

b. Aktivitas Fisik

Latihan meningkatkan konsumsi kalori, membantu penurunan berat badan, dan mengurangi risiko penyakit kardiovaskular secara keseluruhan: sekitar 30–60 menit latihan intensitas sedang dan usaha sadar untuk mengubah gaya hidup yang kurang aktif dapat bermanfaat untuk pengelolaan sindrom metabolik. Latihan fisik terbukti dapat menurunkan kadar lipid dan resistensi insulin didalam otot rangka. Pengaruh latihan fisik terhadap sensitivitas insulin terjadi dalam 24 – 48 jam dan hilang dalam 3 sampai 4 hari. Jadi aktivitas fisik teratur hendaklah merupakan bagian dari usaha untuk memperbaiki resistensi insulin. Pasien hendaklah diarahkan untuk memperbaiki dan meningkatkan derajat aktifitas fisiknya. (Dobrowolski et al., 2022)

Manfaat paling besar dapat diperoleh bila pasien menjalani latihan fisik sedang secara teratur dalam jangka panjang. Kombinasi latihan fisik aerobik dan latihan fisik menggunakan beban merupakan pilihan terbaik. Dengan menggunakan dumbbell ringan dan *elastic exercise band* merupakan pilihan terbaik untuk latihan dengan menggunakan beban. Jalan kaki dan jogging selama satu jam perhari juga terbukti dapat menurunkan lemak visceral secara bermakna pada laki-laki tanpa mengurangi jumlah kalori yang dibutuhkan. (Dobrowolski et al., 2022)

2.6.2 Tatalaksana Farmakologi

Selain memodifikasi faktor risiko yang dapat diubah, farmakoterapi merupakan opsi lain untuk gejala sindrom metabolik. Intervensi farmakologis dalam hal ini antara lain, pengelolaan dislipidemia dengan statin, pengurangan risiko protrombotik dengan obat antiplatelet, dan penggunaan sensitizers insulin untuk mengurangi risiko diabetes. (Dobrowolski et al., 2022)

a. Hiperglikemia

Tujuan dari pengobatan pengaturan glukosa adalah untuk menurunkan tingkat glukosa darah awal, glikohemoglobin (<7%), dan tingkat glukosa darah postprandial. Data yang tersedia terbatas mengenai strategi pengobatan pada pasien dengan sindrom metabolik (MS) terkait dengan pengendalian mekanisme karbohidrat. (Lin et al., 2019) Obat-obat yang paling sesuai dalam obesitas dan MS adalah acarbose, metformin, dan glitazon, diberikan sendiri atau dalam kombinasi tergantung pada keadaan. (Dobrowolski et al., 2022)

b. Obesitas

Pertimbangan intervensi farmakologis seharusnya diberikan pada individu dengan IMT diatas 27 kg/m² dengan adanya komplikasi dan pada individu dengan IMT di atas 30 kg/m², jika pengurangan berat

badan tidak efektif menggunakan pengobatan non-farmakologis.²⁴ Terdapat beberapa obat yang memungkinkan pengurangan berat badan sekitar 5-10% yaitu orlistat, liraglutide, phentermine, dan lorcaserin. (Lin et al., 2019) Berdasarkan studi Ezquerro et al. (2018), Rimonabant sebagai penghambat reseptor CB1 selektif, terbukti efektif dalam mencapai penurunan berat badan yang signifikan, mengurangi kadar trigliserida dan glikohemoglobin serta meningkatkan kadar kolesterol HDL pada pasien obesitas dan khususnya pada pasien dengan diabetes. (Alegría Ezquerro et al., 2008)

c. Dislipidemia

Sasaran pengobatan yang direkomendasikan adalah memiliki kadar lipoprotein densitas rendah (LDL-c) kurang dari 130 mg/dL, dengan opsi sasaran kurang dari 100 mg/dL pada pasien dengan risiko tinggi morbiditas kardiovaskular. (Aisiyah Widjaja et al., 2020) Obat-obat yang berguna untuk mencapai sasaran ini termasuk dalam kelompok statin dan fibrat. Niasin juga membantu meningkatkan kadar HDL, tetapi karena efek sampingnya, jarang direkomendasikan.

d. Hipertensi

Menurut pedoman ADA dan ESH/ESC, target tekanan darah pada diabetes melitus seharusnya <130/80 mm Hg. Nilai yang sama direkomendasikan untuk pasien dengan sindrom metabolik. Angiotensin converting enzyme (ACE inhibitor) menunjukkan efek bermanfaat pada komplikasi kardiovaskular dan karena itu dianggap sebagai pilihan pertama, atau pengobatan yang disukai untuk tekanan darah tinggi. Diuretik juga menunjukkan efek antihipertensi. Beta-blocker dan diuretik dianggap sebagai pelengkap ACE inhibitor dan calcium channel blocker. (Dobrowolski et al., 2022)

e. Pengobatan Antiplatelet

Diabetes, sindrom metabolik, dan obesitas merupakan kondisi prothrombotic, dengan hiperagregabilitas dan hipofibrinolisis. Asam asetilsalisilat telah terbukti mencegah komplikasi aterotrombotik. (Dobrowolski et al., 2022)

Tabel 3. Intervensi Farmakokinetik Sindrom Metabolik (Dobrowolski et al., 2022)

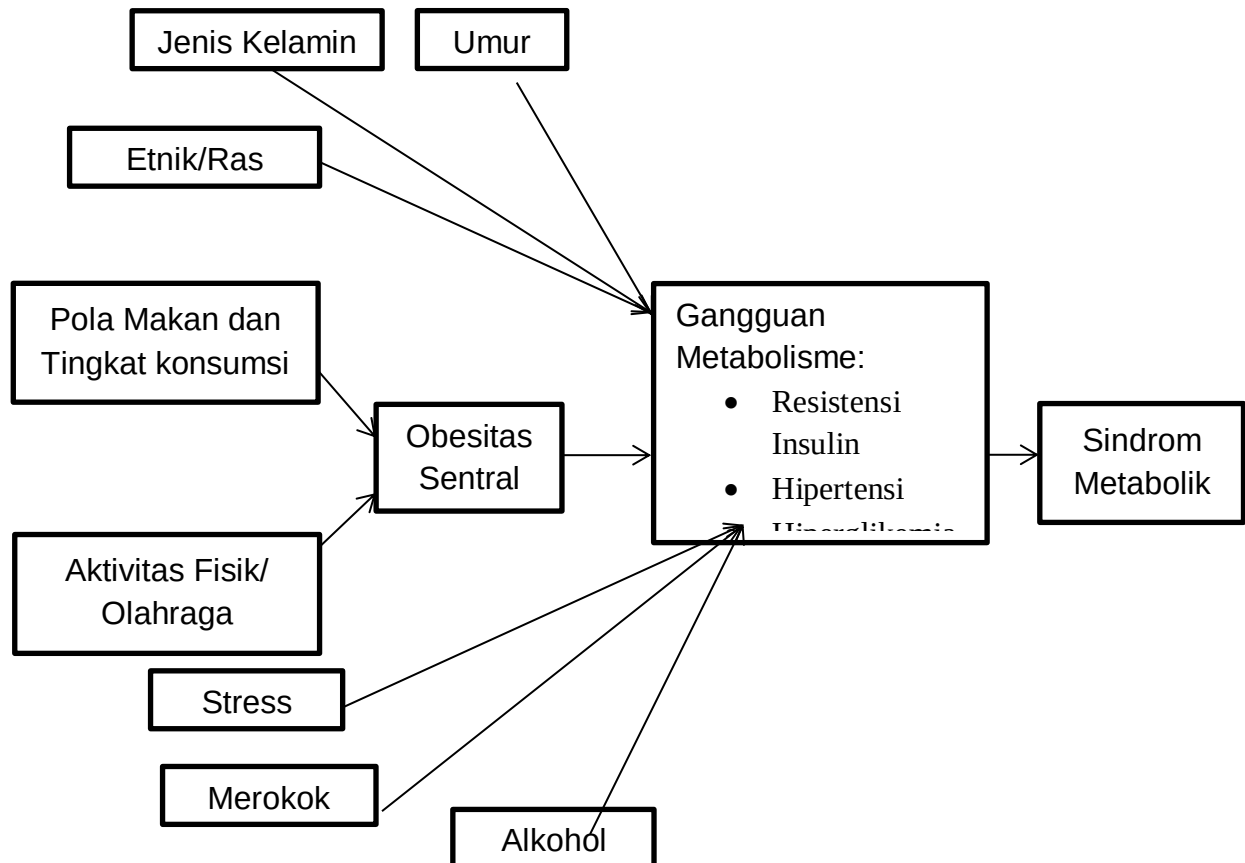
Parameter	Ideal Target	Priority Indication	Complementary
BMI/Waist	< 25/< 98 or 80 cm		Orlistat Rimonabant
LDL	< 70 mg/dL	Statin	Ezetimibe
HDL	> 50 mg/dL		Niacin Fibrato
TG	> 150 mg/dL	Fibrate	
PA	< 130/80 mmHg	IECA/ARA-II	CA Thiazide B-β
Aggregation	?	ASA	

f. Nutraceutical

Suplemen makanan yang memberikan manfaat kesehatan tambahan selain nilai gizi dasar disebut nutraceuticals. Berbagai senyawa alami yang berasal dari ekstrak tumbuhan, rempah-rempah, herba, dan minyak esensial memiliki manfaat yang terbukti dalam pengelolaan pasien dengan sindrom metabolik. (Alidadi Monaand Sahebkar, 2021; Aziz et al., 2023)

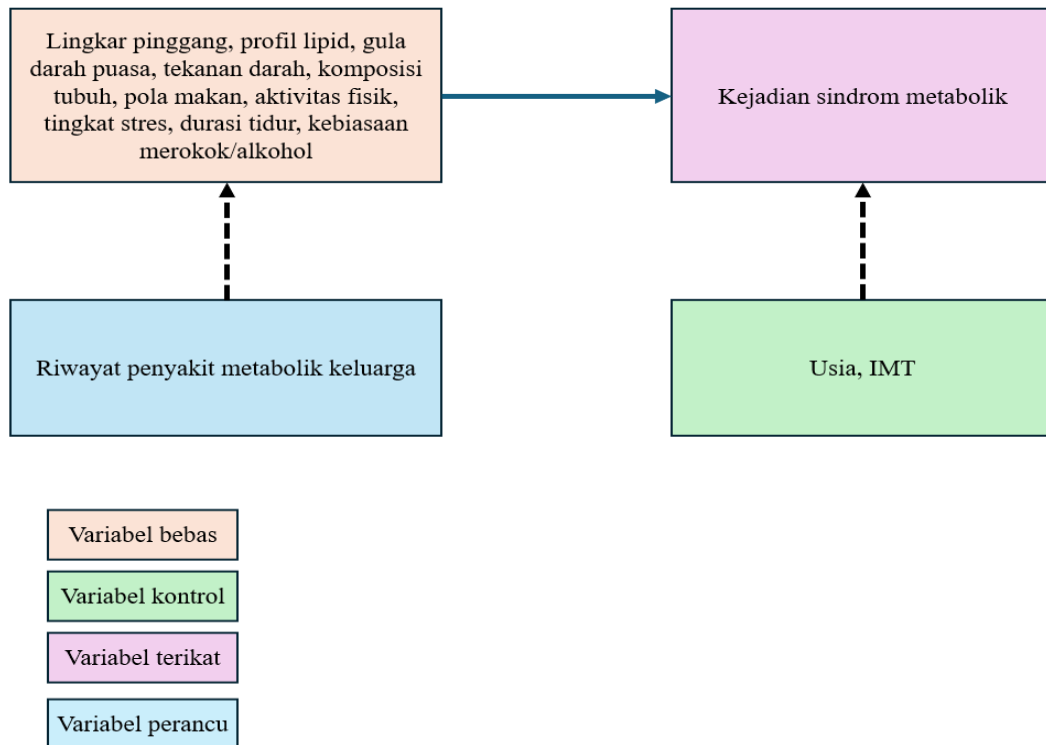
BAB III
KERANGKA PENELITIAN

3.1 Kerangka Teori



Bagan 2. Kerangka Teori

3.2 Kerangka Konsep



3.3 Hipotesis Penelitian

Terdapat Terdapat hubungan yang signifikan antara faktor risiko (usia, jenis kelamin, BMI, aktivitas fisik, pola makan, dan kebiasaan merokok) dengan kejadian sindrom metabolik pada dewasa muda dengan obesitas.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian Observasional dengan pendekatan cross-sectional pada Mahasiswa baru bidang Kesehatan Universitas Hasanuddin Tahun Akademik 2024-2025 yang diklasifikasikan sebagai obesitas berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT).

4.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian di Fakultas Kedokteran, Fakultas Kedokteran Gigi, Fakultas Farmasi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Fakultas Keperawatan Universitas Hasanuddin, Tahun Akademik 2024/2025 Makassar. Pengumpulan data dilakukan bulan Februari 2024 sampai dengan Maret 2025, kemudian pengolahan dan analisis data dilanjutkan pada bulan April 2025.

4.3. Populasi dan Partisipan Penelitian

4.3.1. Populasi Penelitian

Populasi penelitian berasal dari mahasiswa baru Bidang Kesehatan Universitas Hasanuddin Tahun Ajaran 2024/2025.

4.3.2. Partisipan Penelitian

Partisipan penelitian merupakan bagian dari populasi yang memenuhi kriteria inklusi penelitian yang menyatakan secara tertulis bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani lembar *Informed consent*.

4.3.3. Besar Partisipan dan Teknik Pengambilan Partisipan

Besar sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode *total sampling*, yaitu Mahasiswa baru bidang Kesehatan Universitas Hasanuddin Tahun Akademik 2024-2025 yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

4.4. Kriteria Partisipan

Kriteria partisipan penelitian terdiri dari kriteria penerimaan atau kriteria inklusi, kriteria penolakan atau kriteria eksklusi.

4.4.1. Kriteria inklusi

- Partisipan merupakan mahasiswa baru Bidang Kesehatan Universitas Hasanuddin tahun Akademik 2024/2025 yang memiliki $IMT \geq 25 \text{ kg/m}^2$, sesuai dengan kategori obesitas menurut klasifikasi Asia-Pasifik.
- Partisipan dengan rentang usia 17 s/d 22 tahun.
- Partisipan yang menandatangani *informed consent*

4.4.2. Kriteria Eksklusi

- Wanita hamil
- Penyakit kronis lain (misalnya, kanker atau penyakit autoimun) dengan gejala penurunan berat badan drastis tanpa sebab jelas, massa atau benjolan yang tidak biasa.

4.5. Izin Penelitian dan Ethical Clearance

Data penelitian ini dijamin kerahasiaannya dan prosedur serta protocol penelitian mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Penelitian dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar dengan nomor: 255/UN4.6.4.5.31/PP36/2025

4.6. Identifikasi dan Klasifikasi Variabel

4.6.1. Identifikasi Variabel

1. Lingkar pinggang
2. Kadar trigliserida

3. Kadar HDL
4. Tekanan darah
5. Kadar glukosa puasa
6. Usia
7. Jenis kelamin
8. Tingkat stres
9. Aktivitas fisik

4.6.2. Klasifikasi Variabel

1. Variabel bebas : Pola makan, aktivitas fisik, tingkat stres, durasi tidur, persentase lemak tubuh, lingkar pinggang, profil lipid, glukosa darah puasa, tekanan darah.
2. Variabel terikat : Kejadian sindrom metabolik.
3. Variabel kontrol : Usia, IMT.
4. Variabel perancu : Riwayat penyakit metabolik keluarga, status sosial ekonomi.

4.7. Definisi Operasional

1. Resiko Sindrom Metabolik
Risiko sindrom metabolik memiliki minimal 1 gejala sindrom metabolik berupa lingkar pinggang > 90 cm untuk laki-laki dan > 80 cm pada perempuan. Pengukuran menggunakan pita pengukur fleksibel, diukur pada titik tengah antara tulang rusuk terakhir dan tulang panggul ditambah 2 dari 4 faktor berikut: (1) Trigliserida > 150 mg/dL (1,7 mmol/L) atau sedang dalam pengobatan untuk hipertrigliseridemia; (2) HDL-C: < 40 mg/dL (1,03 mmol/L) pada pria dan < 50 mg/dL (1,29 mmol/L) pada wanita atau sedang dalam pengobatan untuk peningkatan kadar HDL-C; (3) Tekanan darah: sistolik > 130 mmHg atau diastolik > 85 mmHg atau sedang dalam pengobatan hipertensi; (4) Gula darah puasa (GDP) >100 mg/dL (5,6 mmol/L)
2. Kadar Trigliserida
≥150 mg/dL atau dalam terapi penurunan trigliserida. Diperiksa melalui analisis darah di laboratorium.
3. Kadar HDL
<40 mg/dL pada pria atau <50 mg/dL pada wanita, atau sedang dalam terapi terkait. Diperiksa melalui analisis darah di laboratorium.
4. Tekanan Darah
≥130/85 mmHg atau sedang dalam terapi antihipertensi. Diukur menggunakan alat digital tensimeter setelah istirahat 5 menit.
5. Kadar Glukosa Darah
≥100 mg/dL atau sedang dalam terapi antidiabetes. Diperiksa melalui analisis darah di laboratorium.
6. Pola Makan
Pola makan mahasiswa diukur berdasarkan konsumsi energi, karbohidrat, lemak, protein, sayur, buah, dan makanan cepat saji. Pengukuran menggunakan 24-hour food recall untuk menilai frekuensi dan jumlah konsumsi makanan tertentu.
7. Aktivitas Fisik
Tingkat aktivitas fisik mahasiswa dikategorikan sebagai ringan, sedang, atau berat sesuai pedoman IPAQ (International Physical Activity Questionnaire).
Pengukuran:
 - Aktivitas fisik harian dihitung dalam MET (Metabolic Equivalent of Task).
 - Klasifikasi:
 - Aktivitas ringan: <600 MET-menit/minggu.
 - Aktivitas sedang: 600–3.000 MET-menit/minggu.
 - Aktivitas berat: >3.000 MET-menit/minggu.
8. IMT
Status gizi berdasarkan IMT, dihitung dengan rumus:
IMT= Berat Badan (kg)

Tinggi Badan (m)²

Klasifikasi:

- Underweight: <18,5 kg/m².
- Normal: 18,5–22,9 kg/m².
- Overweight: 23–24,9 kg/m².
- Obesitas: ≥25 kg/m².

Pengukuran:

- Berat badan: Menggunakan timbangan digital.
- Tinggi badan: Menggunakan stadiometer.

9. Kebiasaan Merokok

Kebiasaan merokok mahasiswa, dikategorikan sebagai:

- Perokok aktif: Mengisap ≥1 batang rokok/hari dalam 7 hari terakhir.
- Perokok pasif: Terpapar asap rokok secara signifikan dalam 7 hari terakhir.
- Bukan perokok: Tidak pernah merokok atau terpapar asap rokok.

Pengukuran: Melalui kuesioner atau wawancara langsung.

10. Usia

Individu dengan obesitas yang berusia 18-21 tahun

11. Tingkat Stres Akademik

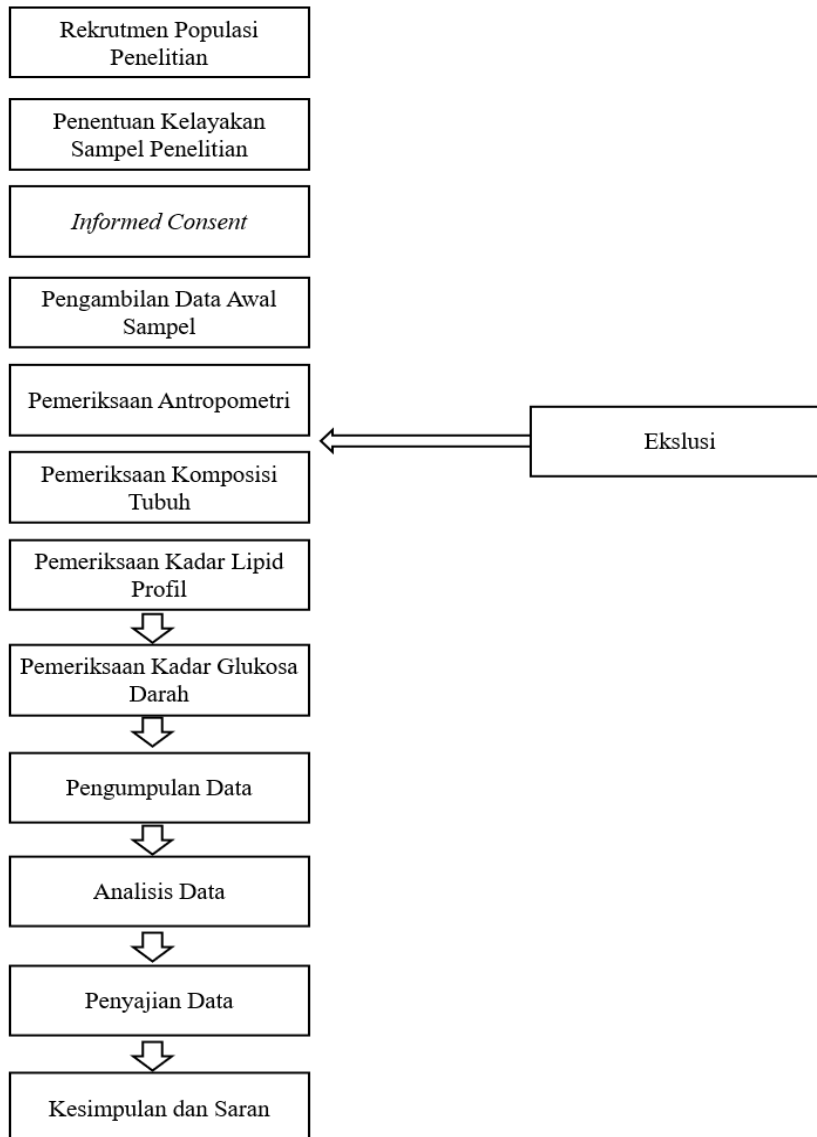
Tingkat stres diukur menggunakan kuesioner valid seperti PSS (Perceived Stress Scale).

4.7. Kriteria Objektif

1. Indeks Massa Tubuh Diperiksa dari pengukuran berat badan, tinggi badan, lingkar pinggang, lingkar panggul
2. Kadar trigliserida dinyatakan dalam mg/dL berdasarkan hasil analisis laboratorium.
3. Kadar HDL dinyatakan dalam mg/dL berdasarkan hasil analisis laboratorium.
4. Persentase lemak tubuh, lemak tubuh total, lemak visceral, massa bebas lemak, massa otot, massa tulang, cairan tubuh total, dan usia sel dinyatakan dalam satuan sesuai hasil Bioelectrical Impedance Analysis (BIA).
5. Data antropometri, termasuk TB, BB, IMT, lingkar pinggang, lingkar pinggul, WHR, dan WtHR, dinyatakan dalam satuan cm, kg, atau rasio sesuai pengukuran.
6. Pola diet dinilai menggunakan Food Frequency Questionnaire (FFQ) dan dinyatakan dalam frekuensi konsumsi makanan per minggu atau bulan.
7. Rasio Trigliserida/ HDL (*Atherogenic Index of Plasma*) Pengukuran dilakukan dengan membagi konsentrasi trigliserida dengan HDL, untuk memprediksi risiko aterosklerosis dan kejadian kardiovaskular. Dengan nilai cut-off >2.75
8. Aktivitas fisik dinilai menggunakan International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) dan dinyatakan dalam MET-minutes per minggu yang terdiri dari tiga skala yaitu : Aktivitas fisik ringan (< 600 MET-menit/minggu), Aktivitas fisik sedang (600-3000 MET-menit/minggu), Aktivitas fisik berat (>3000 MET-menit/minggu)
9. Penyakit komorbid dinyatakan berdasarkan laporan partisipan

4.8. Alur Penelitian dan Metode Kerja

4.9.1 Alur Penelitian



Gambar Alur Penelitian

4.9.2 Alat dan Bahan Penelitian

Teknik dan Prosedur Penelitian

1. Penjelasan dan Persetujuan Partisipan
Calon partisipan dijelaskan mengenai tujuan penelitian, prosedur, dan manfaat penelitian. Partisipan yang setuju untuk ikut menandatangani informed consent.
2. Pengukuran Komposisi Tubuh
Data persentase lemak tubuh, lemak tubuh total, lemak visceral, massa bebas lemak, massa otot, massa tulang, cairan tubuh total, dan usia sel diperoleh menggunakan alat Bioelectrical Impedance Analysis (BIA).
3. Pengambilan Data Antropometri
Data tinggi badan (TB), berat badan (BB), lingkar pinggang, lingkar pinggul, WHR, dan WtHR diukur menggunakan stadiometer, timbangan digital, dan pita pengukur.
4. Pengumpulan Data Pola Diet
Data pola makan partisipan dikumpulkan menggunakan kuesioner Food Frequency Questionnaire (FFQ).
5. Pengumpulan Data Aktivitas Fisik
Data aktivitas fisik partisipan dikumpulkan menggunakan kuesioner International Physical Activity Questionnaire (IPAQ).
6. Pengambilan Sampel Darah
Sampel darah partisipan diambil oleh tenaga medis untuk pengukuran kadar trigliserida (TG) dan HDL menggunakan metode spektrofotometri.
7. Pencatatan Penyakit Komorbid
Data penyakit komorbid partisipan diperoleh dari laporan partisipan atau rekam medis.
8. Pengolahan Data
Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan metode statistik sesuai tujuan penelitian.