BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sindrom Metabolik

2.1.1 Pengertian

Sindrom Metabolik adalah gangguan keseimbangan metabolisme yang menjadi salah satu faktor risiko utama Penyakit Tidak Menular. Kondisi ini ditandai dengan penumpukan lemak di area perut, peningkatan kadar trigliserida, rendahnya kadar kolesterol HDL *(high-density lipoprotein)*, tekanan darah yang tinggi, serta adanya resistensi terhadap insulin (Anggraini, 2024).

Gangguan metabolisme kompleks yang disebabkan oleh obesitas dikenal sebagai sindrom metabolik. Faktor-faktor yang meningkatkan kemungkinan penyakit kardiovaskular termasuk sindrom ini. Sindrom metabolik yang terkait dengan obesitas adalah kondisi di mana seseorang menimbun lemak berlebihan di tubuhnya (Darmo & Betol, 2023). Sindrom metabolik yang terkait dengan obesitas adalah kondisi di mana seseorang menimbun lemak berlebihan di tubuhnya (Wahyuni & Korompis, 2020).

Menurut *National Cholesterol Education Program* (NCEP) dan Adult Treatment Panel III (ATP III), sindrom metabolik terdiri dari peningkatan tekanan darah, peningkatan kadar gula darah, peningkatan kadar trigliserida, rendahnya kadar HDL dan obesitas sentral. Seseorang didiagnosa menderita sindrom metabolik jika mereka memenuhi minimal 3 dari kriteria di atas (Manampiring *et al*., 2018).

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

Penimbunan lemak yang melampaui batas efek dari kecukupan antara energi yang dikonsumsi dan yang dibakar tubuh dalam periode waktu yang panjang disebut obesitas . Menurut (Faradillah & Sirada, 2023) bahwa laki-laki memiliki prevalensi berat badan lebih sedangkan prevalensi obesitas lebih banyak pada perempuan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa wanita memiliki lebih banyak lemak tubuh dibandingkan pria karena faktor genetika dan sistem reproduksi mereka. Karena berbagai faktor, prevalensi kelebihan berat badan atau obesitas pada wanita lebih tinggi di negara-negara berkembang. Orang dewasa muda lebih mengalami obesitas seiring bertambahnya usia, dengan kenaikan berat badan rata-rata 1 kg per tahun di negara berkembang dibandingkan dengan kenaikan berat badan 0,4–9 kg per tahun di negara maju.

Tidak hanya orang obesitas yang dapat mengalami sindrom metabolik, tetapi juga dapat dialami oleh mereka yang tidak obesitas namun termasuk dalam kategori *Metabolically Obese Normal Weight* (MONW). Individu dengan MONW umumnya memiliki indeks massa tubuh (IMT) yang normal, namun presentase lemak tubuhnya tinggi, sehingga berisiko mengalami gangguan metabolik (Kusumaningnastiti , 2019).

Sebuah studi di Amerika mengungkapkan bahwa 47,7% wanita dengan status non-obesitas memiliki lingkar perut yang besar, yang mengindikasikan tingginya risiko wanita mengalami kondisi MONW.

Lingkar perut dapat menunjukkan resistensi risiko insulin dan sindrom metabolik, terutama pada orang yang tidak gemuk. Wanita umumnya memiliki proporsi lemak adiposa yang lebih tinggi, sehingga berisiko lebih besar mengalami penyakit kardiometabolik. Bentuk tubuh berkaitan erat dengan distribusi lemak, dan wanita cenderung memiliki bentuk tubuh menyerupai buah pir (Kusumaningnastiti, 2019).

Akumulasi lemak di perut yang menyebabkan perut menjadi lebih besar adalah penyebab perut buncit, juga dikenal sebagai obesitas sentral. Dua jenis lemak yang menyebabkan perut buncit adalah lemak subkutan, yaitu lemak yang tersimpan di bawah lapisan kulit (lemak subkutan), dan lemak viseral, yakni lemak yang mengelilingi organ-organ internal di dalam tubuh yang berada di sekeliling organ internal (rongga perut) sebesar 45% dan lemak tambahan yang berada di jaringan intramuskular sebesar 5% (Walukow *et al*., 2021).

2.1.2 Patofisiologi

Patofisiologi sindrom metabolik melibatkan berbagai mekanisme kompleks yang belum sepenuhnya dipahami. Masih terdapat perdebatan mengenai apakah komponen-komponen sindrom metabolik merupakan kondisi patologis yang berdiri sendiri atau bagian dari proses patogenik yang lebih luas. Selain faktor genetik dan epigenetik, gaya hidup dan kondisi lingkungan—seperti pola makan berlebih dan kurangnya aktivitas fisik—telah diidentifikasi sebagai penyebab utama sindrom ini. Karena lemak visceral diketahui memainkan peran penting

dalam mengaktifkan sebagian besar mekanisme sindrom metabolik, konsumsi kalori yang berlebihan kemungkinan besar memiliki efek penyebab langsung. Beberapa mekanisme yang berkontribusi termasuk resistensi insulin, peradangan kronis, serta aktivasi sistem neurohormonal, yang semuanya berperan dalam perkembangan sindrom metabolik serta peningkatan risiko penyakit kardiovaskular dan diabetes tipe 2 (Fahed *et al*., 2022).

Mekanisme yang menyoroti patofisiologi sindrom metabolik:

1) Resistensi Insulin

Hormon peptida yang disekresikan oleh sel beta pankreas sebagai respons terhadap peningkatan kadar glukosa darah memiliki fungsi anabolik, yaitu menghambat proses glukoneogenesis di hati dan pemecahan lemak (lipolisis), serta meningkatkan penyerapan glukosa oleh hati, otot, dan jaringan lemak. Namun, ketika terjadi resistensi insulin di jaringan adiposa, kemampuan insulin untuk menekan lipolisis menjadi tidak optimal. Kondisi ini diperparah oleh meningkatnya kadar asam lemak bebas (FFA) dalam sirkulasi, yang mengganggu jalur pensinyalan insulin di berbagai organ dan memicu siklus negatif yang memperburuk resistensi insulin.

Di jaringan otot, keberadaan asam lemak bebas (FFA) memengaruhi aktivitas fosfatidilinositol 3-kinase yang berhubungan dengan insulin receptor substrate-1 (IRS-1). Ini menyebabkan translokasi GLUT-4 ke permukaan lebih rendah,

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

yang mengakibatkan penurunan penyerapan glukosa. FFA juga meningkatkan glukoneogenesis dan lipogenesis hati. Akibatnya, hiperinsulinemia diperlukan untuk mempertahankan kadar glukosa. Lipolisis viseral meningkatkan pasokan FFA langsung ke hati melalui sirkulasi splanknik. Oleh karena itu, timbunan lemak viseral lebih berperan dalam resistensi insulin (Fahed *et al.*, 2022).

2) Jaringan Adiposa, Organ Endokrin

Peptida (seperti plasminogen, angiotensinogen, apelin, resistin, dan eptin), dan hormon (seperti eptin, adiponektin) adalah adipokin yang dilepaskan. Penemuan baru-baru ini tentang fungsi endokrin jaringan adiposa, yang juga berfungsi sebagai pengatur suhu tubuh dan tempat penyimpanan lipid. Ketika penyimpanan energi tubuh mencukupi, leptonin mengurangi asupan makanan, menstimulasi pengeluaran energi, dan mengontrol homeostasis glukosa dan studi insulin kultur. Dalam penelitian kecil, sensitivitas manusia sangat berbeda. Namun, kadar leptin yang tinggi tidak dapat memperbaiki keseimbangan metabolisme yang terlihat pada obesitas. Hal ini menyebabkan konsep resistensi leptin, yang berarti jaringan menjadi kurang sensitif terhadap leptin.

Leptin juga diketahui berperan dalam meningkatkan respons imun proinflamasi dengan mengaktivasi jalur Th1 serta mengurangi efek imunosupresi yang biasanya terjadi akibat

kekurangan asupan. Mengingat adanya hubungan antara tingginya kadar leptin dengan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular dan peradangan, leptin dianggap sebagai faktor kunci dalam keterkaitan antara obesitas, sindrom metabolik, dan penyakit kardiovaskular (CVD) (Fahed *et al*., 2022).

3) Peradangan kronis

Pro -inflamasi, yang disebabkan oleh berbagai jalur patogen yang berkontribusi pada pembentukan sindrom metabolik, menyebabkan terjadi peningkatan berbagai penanda peradangan seperti IL-6, protein C-reaktif (CRP), dan TNF-α pada individu yang mengalami sindrom metabolik. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, peradangan sistemik ini dipicu oleh obesitas yang berkaitan dengan resistensi insulin dan stres oksidatif. Proses berkelanjutan ini memicu fibrosis jaringan, pembentukan plak aterosklerotik (aterogenesis), dan berujung pada penyakit kardiovaskular. Salah satu sitokin utama yang dihasilkan oleh makrofag dan sel lemak (adiposit) adalah IL-6, yang kadarnya meningkat seiring dengan bertambahnya obesitas dan resistensi insulin. IL-6 diketahui berperan dalam pengaturan metabolisme glukosa dan lemak melalui mekanisme yang kompleks, serta berkontribusi terhadap munculnya resistensi insulin. Sitokin ini berperan di berbagai jaringan tubuh dan memengaruhi proses metabolisme yang berkaitan dengan obesitas. IL-6 juga

merangsang peningkatan produksi protein fase akut C-reaktif di organ hati.

Kadar fibrinogen, reaktan fase akut lainnya, ditingkatkan oleh IL-6, yang juga mendukung kondisi protrombotik. Selain itu, IL-6 juga memengaruhi jaringan lain, seperti sel otot polos pembuluh darah (VSMC) dan sel endotel, dengan mendorong peningkatan ekspresi molekul adhesi vaskular (VCAM) serta mengaktifkan jalur sistem renin-angiotensin (RAS) lokal. Akibatnya, ini menyebabkan peradangan, disfungsi, dan aterosklerosis dinding pembuluh darah. TNF-α merupakan salah satu sitokin yang juga ditemukan di jaringan adiposa, dan terutama dihasilkan oleh makrofag lokal yang berada dalam jaringan tersebut. Produksinya bervariasi sehubungan dengan massa jaringan adiposa dan resistensi insulin. TNF-α memberikan efek patogenik dengan menghambat sinyal insulin pada sel lemak (adiposit) dan sel hati (hepatosit) melalui proses fosforilasi serin dan inaktivasi reseptor insulin serta molekul-molekul pensinyalan di hilirnya, sehingga mengurangi kemampuan kedua jenis sel tersebut dalam menyerap insulin (Fahed *et al*., 2022).

2.1.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sindrom Metabolik

Terdapat berbagai faktor yang dapat memicu terjadinya sindrom metabolik. Faktor yang tidak dapat diubah meliputi usia, jenis kelamin, faktor genetik, dan kebiasaan merokok. Sementara itu, faktor yang masih bisa dimodifikasi mencakup tingkat aktivitas fisik, kebiasaan

merokok, stres dan kondisi depresi, pola konsumsi makanan, serta status sosial ekonomi (Widodo, 2020).

Wanita cenderung memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap sindrom metabolik dibandingkan pria. Jika dilihat berdasarkan kelompok usia, prevalensi sindrom metabolik menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya usia. Secara umum, risiko munculnya berbagai penyakit kronis seperti diabetes melitus, penyakit jantung, dan stroke juga meningkat sejalan dengan proses penuaan (Widodo, 2020).

Faktor-faktor yang tidak dapat diubah termasuk:

1) Umur

Usia merupakan durasi waktu sejak seseorang dilahirkan hingga saat ini, yang menunjukkan berapa lama individu tersebut telah hidup atau berada di dunia (Hasudungan, 2017). Risiko terjadinya sindrom metabolik meningkat hingga 4,4 kali lipat seiring bertambahnya usia, terutama pada perempuan. Hal ini disebabkan oleh menurunnya kadar hormon estrogen, yang mendorong peningkatan akumulasi lemak tubuh, khususnya lemak di area perut, sehingga memperbesar risiko terkena sindrom metabolik (Septianti *et al*., 2020).

2) Genetik

Penyakit genetik, juga dikenal sebagai penyakit keturunan, disebabkan oleh kelainan pada satu atau lebih gen. Kelainan ini

menyebabkan perubahan dan ketidaksesuaian dalam sifat normal dari struktur dan fungsi normal tubuh manusia. Sebagian besar penyakit genetik disebabkan oleh tiga faktor: kelainan gen tunggal, gangguan, atau keabnormalan kromosom secara keseluruhan (Yaakob, 2018).

Faktor genetik turut berperan dalam terjadinya obesitas. Penelitian asosiasi genom telah mengidentifikasi hampir 150 varian genetik yang memiliki hubungan signifikan dengan ukuran tubuh atau peningkatan risiko obesitas. Dalam konteks sindrom metabolik, predisposisi genetik dapat muncul pada berbagai level, termasuk jaringan lemak, jalur pensinyalan insulin, serta pengaturan komponen-komponen spesifik dari sindrom tersebut (Anggraini, 2024).

3) Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan cara seseorang merepresentasikan dirinya sebagai laki-laki atau perempuan, serta bagaimana ia merespons atau menyesuaikan diri terhadap norma dan institusi sosial yang berkaitan dengan identitas gender tersebut (Jamil & Dewi, 2021).

Faktor yang dapat diubah sebagai berikut:

1) *Overweight*

Kelebihan berat badan *(overweight)* merupakan kondisi saat berat tubuh melebihi batas normal dan berpotensi menimbulkan

gangguan kesehatan. Situasi ini biasanya disebabkan oleh ketidakseimbangan antara asupan makanan yang berlebih dan energi yang dibakar oleh tubuh (Aisyah Nurfadilah *et al*., 2023).

Menurut data Riskesdas, dari tahun 2007 hingga 2018, proporsi kelebihan berat badan dan obesitas pada orang dewasa usia di atas 18 tahun mengalami peningkatan. Pada tahun 2007, prevalensi obesitas tercatat sebesar 10,5%, kemudian meningkat menjadi 14,8% pada 2013, dan mencapai 21,8% pada 2018. Peningkatan angka obesitas ini juga terlihat pada masing-masing jenis kelamin berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar tahun 2013. Wanita mengalami obesitas 32,9%, lebih tinggi dibandingkan pria 19,7% (Kinansi *et al*., 2023).

2) Asupan Gizi

Karena pola makan tinggi lemak menyebabkan obesitas, asupan zat gizi makro dapat mempengaruhi indeks massa tubuh. Selain itu indeks massa tubuh berhubungan dengan karbohidrat, kondisi akumulasi yang tinggi pada jaringan lemak, terutama lemak viseral, ditunjukkan dengan pembesaran sel lemak, yang menghasilkan produk metabolik. Metabolisme lemak yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan produksi ROS dan adiposa di sirkulasi. Akibatnya, terjadi gangguan antara reduksi dan oksidasi (redoks), dan enzim antioksidan pada terganggunya sirkulasi (Puryanti *et al*., 2021).

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

Pola makan telah menjadi salah satu alternatif dan pendekatan tambahan untuk melihat hubungan antara makanan dengan penyakit kronis. Pola makan melihat dampak dari mengonsumsi sekelompok makanan, bukan hanya bahan makanan tertentu. Beberapa pola makan global menunjukkan efek positif dan negatif terhadap peningkatan risiko PTM, salah satunya sindrom metabolik (Nurzakiah *et al*., 2021).

3) Stres

Stres dapat berkontribusi terhadap munculnya sindrom metabolik melalui mekanisme gangguan keseimbangan hormon pada poros *hipotalamus-pituitari-adrenal* (HPA) (Listyandini *et al*., 2020). Beberapa penyebab umum stres meliputi tekanan pekerjaan, ujian, konflik dalam rumah tangga, kondisi kesehatan yang terganggu, kurang tidur, serta berbagai faktor lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa stres berkontribusi sebesar 50–70% terhadap munculnya berbagai penyakit, seperti penyakit jantung dan pembuluh darah, tekanan darah tinggi, kanker, gangguan kulit, infeksi, penyakit metabolik dan hormonal, serta lainnya. Saat seseorang mengalami stres berat, dapat timbul gejala seperti kelelahan, sakit kepala, hilangnya nafsu makan, gangguan memori, kebingungan, kegelisahan, penurunan hasrat seksual, gangguan pencernaan, hingga tekanan darah tinggi (Musradinur, 2016).

4) Merokok

Berdasarkan hasil penelitian dari *Lipid Research Clinics Program Prevalence Study,* diketahui bahwa pria yang merokok lebih dari 20 batang per hari mengalami penurunan kadar HDL hingga 11%, sementara wanita yang merokok dalam jumlah sama mengalami penurunan HDL sebesar 14%. Jumlah konsumsi rokok harian turut meningkatkan risiko hipertensi. Individu yang merokok lebih dari satu bungkus per hari memiliki kemungkinan dua kali lebih tinggi mengalami tekanan darah tinggi dibandingkan dengan mereka yang tidak merokok (Rahmatika, 2021).

5) Aktivitas Fisik

Kurangnya aktivitas fisik serta konsumsi kalori yang berlebihan merupakan faktor yang dapat meningkatkan risiko terjadinya sindrom metabolik. Individu dengan tingkat aktivitas fisik yang rendah memiliki kemungkinan dua kali lebih tinggi mengalami sindrom metabolik dibandingkan dengan mereka yang rutin melakukan aktivitas fisik secara memadai (Listyandini *et al*., 2020).

Aktivitas fisik merujuk pada segala bentuk pergerakan tubuh yang melibatkan kerja otot rangka dan membutuhkan energi. Aktivitas ini dapat dilakukan dengan berbagai tingkat intensitas, dari yang sangat ringan hingga sangat berat. Sementara itu, perilaku tidak aktif atau sedentari, yang ditandai dengan

pengeluaran energi minimal, juga termasuk dalam kategori aktivitas fisik (Tanziha *et al*., 2021).

6) Sosial Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi mengalami percepatan yang signifikan, yang turut mendorong peningkatan daya beli masyarakat. Pada mulanya, aktivitas pembelian tersebut ditujukan untuk memenuhi kebutuhan pokok (Burhan *et al*., 2023).

2.1.4 Kriteria Sindrom Metabolik

Menurut kriteria sindrom metabolik yang telah disesuaikan untuk wilayah Asia oleh *National Cholesterol Education Program*, seseorang dikategorikan memiliki sindrom metabolik apabila menunjukkan tiga dari lima indikator berikut:

1) Obesitas abdominal peningkatan lingkar perut (> 90 cm pada laki-laki dan > 80 cm pada wanita).
2) Kadar trigliserida dalam darah yang tinggi (≥ 150 mg/dL, atau ≥ 1,69 mmol/L).
3) Kadar kolesterol HDL yang rendah (< 40 mg/dL atau < 1,03 mmol/ L pada pria dan < 50 mg/dL atau < 1,29 mmol/L pada wanita).
4) Tekanan darah tinggi (sistolik ≥ 130 mmHg, diastolik ≥ 85 mmHg atau sedang menjalani terapi hipertensi).
5) Kadar glukosa darah puasa yang meningkat (≥ 110 mg/dL) (Fitria & Farapti, 2023).

Adapun kriteria diagnosis yang ditetapkan menurut WHO, ATP III dan IDF sebagai berikut:

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

Tabel 2.1 Kriteria Diagnosis Sindrom Metabolik

Unsur SM	WHO	ATP III	IDF
Hipertensi	TD ≥ 140/90 mmHg atau memiliki riwayat menjalani pengobatan antihipertensi	TD ≥ 130/85 mmHg atau memiliki riwayat menjalani pengobatan antihipertensi	TD sistolik ≥ 130 mmHg, TD diastolik ≥ 85 mmHg
Dislipidemia	Plasma TG ≥ 150 mg/dL, HDL-C L < 40 mg/dL P < 40 mg/dL	Plasma TG ≥ 150 mg/dL dan atau HDL-C L < 35 mg/dL P < 40 mg/dL	Plasma TG ≥ 150 mg/dL HDL-C L < 40 mg/dL P < 50 mg/dL atau sedang menjalani pengobatan dislipidemia.
Obesitas Sentral	Waist to hip ratio: Laki-laki: > 0,9 Wanita: > 0,85 atau IMT > 30 Kg/m	Lingkar perut: Laki-laki: 102 cm Wanita: >88 cm	Lingkar perut: Laki-laki: ≥ 90 cm Wanita: ≥ 80 cm
Kadar glukosa darah tinggi	Gangguan toleransi glukosa, gangguan glukosa puasa, resistensi insulin, atau menderita Diabetes Melitus	110 mg/dL	Kadar glukosa darah puasa ≥ 100 mg/dL atau telah didiagnosis diabetes melitus tipe 2
Lain-lain	Mikroalbuminuri ≥ 20 µg per menit atau rasio albumin terhadap kreatinin ≥ 30)		

Sumber: *World Health Organization*, 2000. *NCEP-ATP III. IDF* 2005.

2.1.5 Pengukuran Komponen Sindrom Metabolik

1) Lingkar Perut

Pengukuran lingkar perut antropometri dilakukan dengan menggunakan medline atau pita ukur. Menurut (Riset Kesehatan Dasar, 2013), metode pengukurannya adalah sebagai berikut:

a. Jelaskan kepada pasien tujuan pengukuran lingkar perut dan tindakan apa saja yang akan dilakukan dalam pengukuran.
b. Meminta dengan sopan untuk membuka pakaian bagian atas pasien.
c. Apabila pasien tidak bersedia membuka pakaian bagian atasnya, pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan pakaian yang tipis.
d. Menetapkan titik batas tepi tulang rusuk paling bawah.
e. Menetapkan titik ujung lengkung tulang pangkal panggul.
f. Menetapkan titik tengah antara titik tulang rusuk terakhir, titik ujung lengkung tulang pangkal panggul dan ditandai titik tengah tersebut dengan alat tulis.
g. Responden berdiri tegak dan bernafas normal.
h. Menarik pita meter mulai dari titik tengah, kemudian secara sejajar horizontal melinggari pinggang dan perut kembali menuju titik tengah diawal pengukuran mendekati 0,1 cm.
i. Bila responden mempunyai perut gendut bawah, pita ukur dilingkarkan mulai dari bagian yang paling buncit berakhir pada titik tengah tersebut.

2) Tekanan Darah

a. Sebelum melakukan pengukuran tekanan darah, responden sebaiknya menghindar kegiatan aktivitas fisik seperti olahraga, merokok, dan makan, minimal 30 menit sebelum pengukuran.

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

Dan juga duduk beristirahat setidaknya 5-15 menit sebelum pengukuran.

b. Hindari melakukan pengukuran dalam kondisi stres.
c. Pastikan responden duduk dengan posisi kaki tidak menyilang tetapi kedua telapak kaki datar menyentuh lantai. Letakkan lengan kanan responden diatas meja sehingga manset yang sudang terpasang sejajar dengan jantung responden.
d. Singsingkan lengan baju responden, memintanya untuk tetap duduk tanpa banyak bergerak, dan tidak berbicara pada saat pengukuran.
e. Biarkan lengan dalam posisi tidak tegang dengan telapak tangan terbuka ke atas. Pastikan tidak ada lekukan pada pipa manset.
f. Pasang manset pada lengan kanan responden dengan posisi kain halus/lembut ada di bagian dalam dan D-ring (besi) tidak menyentuh lengan, masukkan ujung manset melalui D-ring dengan posisi kain perekat di bagian luar. Ujung bawah manset terletak kira-kira 1-2 cm di atas siku. Posisi pipa manset harus terletak sejajar dengan lengan kanan responden dalam posisi lurus dan relaks.
g. Tarik manset dan kencangkan melingkari lengan kanan responden. Tekan kain perekat secara benar pada kain bagian luar manset. Pastikan manset terpasang secara nyaman pada lengan kanan responden.

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

h. Tekan tombol “start”, pada layar akan muncul angka 888 dan semua simbol.
i. Selanjutnya semua simbol gambar hati akan berkedip-kedip, sampai denyut tidak terdeteksi dan tekanan udara dalam manset berkurang, angka sistolik, distolik dan denyut nadi akan muncul.
j. Pengukuran dilakukan dua kali, jarak antara dua pengukuran sebaiknya antara 2 menit dengan melepas manset pada lengan. Pengukuran pertama dan kedua dijumlahkan dan dibagi dua dan catat hasil pengukuran (Kemenkes RI, 2016).

3) Kadar Kolesterol HDL dan Kadar Trigliserida

Kolesterol dapat diukur secara mandiri dengan menggunakan kolesterol meter atau dengan melakukan pemeriksaan di laboratorium. Hasil pengukuran dapat dikategorikan sesuai dengan apakah kadar kolesterol total pasien dalam rentang baik, ambang atas, atau tinggi (Aghniya & Chaidar, 2018).

Saat akan dilakukan pemeriksaan kolesterol, pasien biasanya diminta untuk berpuasa 10 jam sebelum, namun menurut studi yang dimuat dalam *Archives of Internal Medicine* menyatakan bahwa berpuasa sebenarnya tidak diperlukan karena hasil pemeriksaan orang yang berpuasa tidak jauh berbeda dari orang yang tidak melakukannya (Asrori *et al*., 2021).

Pemeriksaan trigliserida yang dijadikan sebagai standar pemeriksaan di laboratorium yaitu metode spektrofotometri.

Pemeriksaan trigliserida adalah metode Enzimatis kolorimetri (GPO-PAP) (Hardisari & Koiriyah, 2016).

4) Kadar Gula Darah

Glucometer berbasis sensor kimia dengan enzim glukosa oksidase sebagai bahan aktifnya adalah alat yang umum digunakan untuk mengukur kadar gula darah. Untuk mengukur kadar gula darah, seseorang biasanya mengambil sampel darah setelah jari ditusuk dengan jarum. Untuk alasan ini, sangat penting untuk membuat alat yang dapat mengukur kadar gula dalam darah secara akurat tanpa merusak tubuh (Prabowo *et al*., 2016).

Menurut (PERKENI, 2021a) pemeriksaan glukosa darah menggunakan glucometer adalah :

1. Memilih tempat tusukan, pilihlah tepi ujung jari tangan (bagian lateral ujung jari).
2. Bersihkan tempat yang akan ditusuk dengan alkohol 76%, gunakan tetesan darah pertama. Jika permukaan tempat yang akan ditusuk tidak memungkinkan untuk dibersihkan dan lokasi terlihat kotor, maka tetesan darah pertama dibersihkan dahulu dan pemeriksaan menggunakan tetesan darah kedua.
3. Lakukan pemijatan ringan ujung jari sebelum ditusuk. Setelah ditusuk, jari tidak boleh ditekan-tekan lagi, karena sampel darah yang keluar merupakan plasma, bukan serum.

4. Gunakan lanset yang tipis dan tajam untuk menghindari rasa nyeri.
5. Teteskan darah pada ujung strip.
6. Jika pemeriksaan telah selesai, bersihkan darah pada ujung jari dengan alkohol ataupun kapas.
7. Lakukan pencatatan hasil.

2.2 Indeks Massa Tubuh (IMT)

2.2.1 Pengertian

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah rasio standar berat terhadap tinggi, dan sering digunakan sebagai indikator kesehatan umum. IMT dihitung dengan membagi berat badan (dalam kilogram) dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter). Indeks massa tubuh (IMT) adalah berat badan dalam kilogram (kg) dibagi tinggi dalam meter kuadrat (m^2). IMT merupakan indikator yang paling sering digunakan dan praktis untuk mengukur tingkat populasi berat badan lebih pada orang dewasa (S. Pratiwi *et al*., 2020). Rumus yang digunakan untuk mengukur indeks massa tubuh adalah:

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

Metode ini dapat memperkirakan berat badan ideal dari hasil perbandingan berat badan dan tinggi badan, tetapi tidak dapat memperkirakan persentase lemak tubuh yang pasti (Haqiyah, 2015). Peningkatan indeks massa tubuh (IMT) yang tinggi adalah tanda obesitas, yang menunjukkan adanya kelebihan energi yang disimpan

dalam bentuk lemak. Penumpukan lemak dapat terjadi di perut dan di seluruh tubuh. Kelebihan lemak di perut dikenal sebagai obesitas sentral (Nadyah *et al*., 2024).

2.2.2 Klasifikasi Status Gizi

Faktor risiko tinggi untuk sindrom metabolik, diabetes melitus tipe2, dan penyakit kardiovaskuler, penyebab kematian terbesar orang dewasa di seluruh dunia, ditunjukkan oleh klasifikasi overweight dan obesitas. Penelitian yang dilakukan di beberapa negara Asia menemukan bahwa diabetes melitus tipe 2 dan morbiditas penyakit kardiovaskular meningkat pada rentang batas normal IMT. Sebuah penelitian meta analisis menemukan bahwa 66% laki-laki dan 88% wanita dengan klasifikasi BB normal berdasarkan IMT memiliki risiko penyakit kardiovaskular setidaknya satu (Jiblathar & Agustina, 2024).

Klasifikasi IMT untuk populasi Asia ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Klasifikasi Indeks Massa Tubuh

Klasifikasi	IMT (kg/m²)
Underweight	<18,5
Batas Normal	18,5-22,9
Overweight	23,0-24,9
Obesitas I	25,0-29,9
Obesitas II	≥30,0

Sumber : (Kemenkes RI, 2015).

Kelebihan pengukuran IMT adalah mudah dilakukan dan hasilnya sudah ada dalam nilai standar yang ditentukan dalam tabel Kriteria IMT Asia Pasifik. Selain itu, biaya yang diperlukan hanya sedikit, bahkan seringkali tidak ada biaya (Kaparang *et a*l., 2022).

Menurut (Sulistianingrum, 2010) mengemukakan bahwa IMT memiliki berbagai kelebihan yaitu:

a) Peralatan yang digunakan untuk pengukuran IMT, ekonomis dan mudah didapat, sehingga biaya yang dikeluarkan relatif sedikit.
b) Pengukuran IMT mudah dan tidak memerlukan keterampilan khusus, hanya memerlukan ketelitian dalam pengukuran.
c) Pengukuran IMT aman dan tidak invasif.

Kekurangan IMT tidak dapat digunakan untuk mengukur wanita hamil, atlet, dan bayi kurang dari dua tahun. Ini karena IMT tidak dapat membedakan massa lemak dari massa otot atau cairan. Selain itu, IMT hanya dapat digunakan untuk mengukur obesitas umum, bukan obesitas abdominal atau sentral.

Pengukuran berat badan (kg) responden diukur dengan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 kg dan kapasitas 150 kg dibagi dengan tinggi badan dalam meter pangkat 2 dengan microtoice dengan ketelitian 0,1 cm. Responden tidak memakai alas kaki saat mengukur indeks massa tubuh (Septyaningrum & Martini, 2014).

2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Massa Tubuh

Usia, jenis kelamin, genetik, dan pola makan adalah beberapa faktor yang dapat memengaruhi IMT. Mengkonsumsi makanan berkaitan dengan indeks massa tubuh jika makanan yang dikonsumsi sehat, status gizi juga sehat, dan sebaliknya, makanan yang buruk dapat menyebabkan gizi buruk (Harahap & Damayanty, 2023).

Salah satu faktor yang dapat memengaruhi berat badan adalah gaya hidup yang monoton (sedentary) dan kurangnya aktivitas fisik. Lebih-lebih lagi ketika orang membuat kebiasaan makan yang tidak memperhatikan pola makan, asupan energi, dan gizi yang terkandung dalam makanan mereka. Ini pasti akan menyebabkan peningkatan berat badan, yang pada gilirannya akan berdampak pada nilai Indeks Massa Tubuh (IMT). Seseorang yang memiliki tingkat rutinitas tinggi di tempat kerja seringkali dikaitkan dengan pola makan yang meningkat pada makanan cepat saji dan kurangnya aktivitas fisik. Hal ini dapat menyebabkan penumpukan lemak, yang berarti nilai IMT meningkat (Amir & Azi, 2021).

2.3 Lingkar Perut

2.3.1 Pengertian

Lingkar perut merupakan pengukur distribusi lemak abdominal yang mempunyai hubungan erat dengan indeks massa tubuh, parameter klinis yang penting untuk menilai risiko munculnya sindrom metabolik adalah lingkar perut. Adanya obesitas abdominal atau sentral ditentukan dengan mengukur lingkar perut. Penyakit jantung, diabetes melitus, dan sindrom metabolik sangat dipengaruhi oleh obesitas abdominal. Adanya timbunan lemak di dalam rongga perut dikenal sebagai lingkar perut (Yulianto & Arismawati, 2022).

Semakin panjang lingkar perut, semakin banyak timbunan lemak dalam rongga perut. Penimbunan lemak yang berlebihan dapat menyebabkan diabetes mellitus dan penyakit jantung. Pengukuran

distribusi lemak tubuh dapat dilakukan dengan mengukur lingkar pinggang dan rasio lingkar pinggang ke pinggul. Pengukuran antropometri obesitas abdominal dengan menggunakan ukuran lingkar pinggang dan rasio lingkar pinggang ke pinggul memiliki korelasi yang lebih kuat dengan faktor resiko metabolik dan penyakit kardiovaskuler (Yulianto & Arismawati, 2022).

Indeks obesitas abdominal memiliki prediksi yang kuat terhadap penyakit jantung koroner dan lebih konsisten. Baik laki-laki maupun perempuan yang relatif sehat dengan obesitas dapat digunakan untuk menilai risiko penyakit jantung koroner yang terkait dengan obesitas. Ini dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran obesitas abdominal. Akumulasi lemak visceral dapat bertanggung jawab atas profil metabolisme yang merugikan yang dihasilkan oleh obesitas. Untuk mengidentifikasi risiko tinggi terkena penyakit aterosklerosis, Pengukuran lingkar pinggang dan rasio lingkar pinggang-lingkar pinggul lebih baik daripada pengukuran indeks massa tubuh (IMT) (Yulianto & Arismawati, 2022).

Beberapa definisi sindrom metabolik saat ini termasuk peningkatan lingkar perut di antara kriteria diagnostik, tetapi menggunakan titik ambang yang berbeda: definisi *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III* menggunakan titik ambang ≥ 102 cm pada pria dan ≥ 88 cm pada wanita, sedangkan definisi *International*

Diabetes Foundation menggunakan titik ambang ≥ 94 cm pada pria dan ≥ 80 cm pada Wanita (Minetto et al., 2022).

Lingkar perut digunakan sebagai indikator lemak visceral dan risiko penyakit metabolik, seperti DM Tipe2 dan penyakit kardiovaskular. Menurut World Health Organisation (WHO, 2008) titik batas kategori nilai rentang lingkar perut:

1) Normal : <80 cm pada wanita dan <90 cm pada pria
2) Berisiko : 80-87,9 cm pada wanita dan 90-101,9 cm pada pria
3) Beresiko tinggi : ≥88 cm pada wanita dan ≥102 cm pada pria

Untuk mengukur lingkar perut, pita pengukur digunakan untuk mengukur batas tulang krista iliaka kanan dan kiri dan titik tengah batas atau margin tulang rusuk bawah. Pengukuran lingkar perut dilakukan oleh pengukur yang jenis kelaminnya sama dengan responden; subjek diminta dengan cara yang santun untuk membuka pakaian bagian atas mereka, tetapi jika mereka keberatan, responden boleh memakai pakaian tipis yang tidak terlalu tebal. Responden tergolong obesitas abdominal berdasarkan kriteria WHO untuk orang dewasa Asia yaitu jika lingkar perut responden laki-laki ≥ 90 cm dan wanita adalah ≥ 80 cm (Septyaningrum & Martini, 2014).

2.3.2 Kriteria Ukuran Lingkar Perut Berdasarkan Etnis

Indeks massa tubuh memiliki korelasi positif dengan total lemak tubuh, indeks massa tubuh bukanlah indikator yang paling baik untuk obesitas. Selain indeks massa tubuh, metode lain untuk pengukuran

antropometri tubuh adalah dengan cara pengukuran lingkar perut. *Internasional Diabetes Federation* (IDF) mengeluarkan kriteria ukuran lingkar perut berdasarkan etnis (Kemenkes RI, 2015).

Tabel 2.3 Kriteria Ukuran Lingkar Perut Berdasarkan Etnis

Negara/grup etnis	Lingkar Perut (cm) pada obesitas
Eropa	Pria >94, wanita >80
Asia selatan. Populasi China, Melayu dan Asia-india	Pria >90, wanita >80
China	Pria >90, wanita >80
Jepang	Pria >85, wanita >80
Amerika Tengah	Gunakan rekomendasai Asia Selatan hingga tersedia data spesifik
Sub-sahara Afrika	Gunakan rekomendasai Eropa hingga tersedia data spesifik
Timur Tengah	Gunakan rekomendasai Eropa hingga tersedia data spesifik

Sumber : (Kemenkes RI, 2015).

Pengukuran lingkar perut memiliki kelebihan dan kekurangan, di antaranya:

1) Kelebihan
    1. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelebihan berat badan dan obesitas.
    2. Dapat membantu menyaring kemungkinan risiko kesehatan.
    3. Dapat digunakan untuk menentukan kadar lemak pada perut.
    4. Dapat digunakan untuk memprediksi penyakit kronis.
2) Kekurangan
    1. Sulit diukur pada orang tua yang jaringannya longgar.
    2. Terdapat variabilitas antaretnis yang besar.

2.3.3 Faktor yang Mempengaruhi Lingkar perut

Faktor yang berhubungan dengan lingkar perut adalah asupan makan diantaranya asupan lemak dan serat serta pola makan. Lingkar perut juga berhubungan erat dengan kejadian obesitas sentral. Faktor penyebab obesitas sentral diantaranya adalah asupan energi, lemak, dan karbohidrat berlebih, frekuensi konsumsi fast food, aktivitas fisik rendah, genetik, serta kebiasaan tidak sarapan, berisiko lebih terhadap terjadinya obesitas.

Dalam penelitiannya, Nugraha juga menyatakan bahwa konsumsi makanan cepat saji dan tingkat tidur yang buruk berdampak pada obesitas sentral. Sebagian besar kasus besar obesitas sentral dipengaruhi oleh perilaku makan individu, serta faktor lingkungan dan genetik. Studi O'neil menunjukkan bahwa ada korelasi yang kuat antara tingkat lemak tubuh dan kebiasaan makan, atau makan berlebihan.

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

2.4 Gula Darah Puasa

2.4.1 Pengertian

Kadar gula darah merupakan banyaknya glukosa di dalam peredaran darah manusia. Terjadinya peningkatan kadar gula darah puasa disebabkan oleh kerusakan fungsi pangkreas manusia. Kejadian kadar gula darah puasa yang tinggi dipengaruhi oleh mengkonsumsi makanan yang mengandung gula tinggi (Rudi & Kwureh, 2017).

Kadar gula darah yang abnormal merupakan salah satu kriteria sindroma metabolik. Kadar gula darah puasa yang dianggap normal adalah berkisar antara 70-110 mg/dl, sedangkan pada kriteria sindroma

metabolik, kadar gula darah puasa yang dianggap berisiko terhadap masalah kesehatan adalah >110 mg/dl (Wiardani & Arsana, 2011).

Dalam makanan, glukosa darah biasanya dalam bentuk disakarida atau terikat dengan molekul lain. Tingkat glukosa dalam darah, juga dikenal sebagai kadar glukosa darah, biasanya berkisar antara 75 dan 115 mg/dl dalam vena individu yang tidak menderita diabetes melitus. Ketet tubuh mengatur gula darah atau glukosa serum. Tingkat gula darah biasanya berkisar antara 70 dan 150 mg/dl sepanjang hari. Setelah makan, tingkat ini akan naik dan biasanya berada di titik terendah pada pagi hari sebelum orang makan (Alydrus & Fauzan, 2022).

Kadar gula darah responden diukur oleh perawat/dokter dengan menggunakan glukometer kapiler. Responden diberitahukan untuk berpuasa (tidak mengkonsumsi makanan atau minuman selain air) selama 10 jam sebelum dilakukan pemeriksaan pada pagi harinya. Kadar gula darah puasa dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu 70-109 mg/dl, 110-125 mg/dl dan >126 mg/dl (PERKENI, 2021).

2.4.2 Jenis-Jenis Pemeriksaan

a) Glukosa Darah Sewaktu

Merupakan merupakan uji glukosa yang dapat dilakukan kapan saja tanpa harus puasa karbohidrat atau mempertimbangkan asupan makanan terakhir. Tes glukosa darah sewaktu biasanya digunakan untuk memastikan apakah seseorang menderita diabetes mellitus. Secara normal, kadar glukosa adalah kurang dari 140 mg/dl.

b) Glukosa Puasa

Merupakan uji glukosa darah yang dilakukan pada pasien yang berpuasa selama sepuluh hingga dua belas jam. Tingkat glukosa ini dapat menunjukkan keseimbangan glukosa secara keseluruhan atau homeostatis glukosa dan sampel glukosa harus diambil selama puasa untuk pengukuran rutin. Kadar glukosa puasa rata-rata 70–110 mg/dl.

c) Glukosa 2 Jam Post Prandial

Tes glukosa dua jam setelah makan dilakukan setelah makan atau pemberian glukosa dua jam setelah makan. Tujuan pemeriksaan glukosa dua jam setelah makan adalah untuk menguji respons metabolik terhadap pemberian karbohidrat dua jam setelah makan. Selama dua jam setelah makan, kadar glukosa normalnya tidak lebih dari 140mg/dl. Jika kadar glukosa kurang dari 140mg/dl dua jam setelah makan, itu menunjukkan bahwa pasien memiliki metabolisme pembuangan glukosa yang normal. Jika, sebaliknya, kadar glukosa tetap tinggi selama dua jam setelah makan, itu menunjukkan bahwa metabolisme pembuangan glukosa pasien tidak normal.

d) Tes toleransi glukosa oral

Jika ada keraguan tentang hasil glukosa darah, tetes toleransi glukosa oral dilakukan untuk memeriksa glukosa. Karbohidrat dapat diberikan kepada pasien untuk melakukan pemeriksaan.

Namun, sebelum pemeriksaan, pasien harus diperiksa untuk memastikan bahwa mereka memiliki status gizi normal, tidak mengonsumsi salisilat, diuretik, anti kejang steroid, atau kontrasepsi oral, tidak merokok, dan tidak makan atau minum apa pun selain air selama dua belas jam sebelum pemeriksaan (Alydrus & Fauzan, 2022).

2.4.3 Faktor yang Mempengaruhi Gula Darah

Faktor endogen dan eksogen mempengaruhi dan mengatur kadar glukosa darah dalam tubuh ini. Faktor endogen termasuk hormon tubuh seperti insulin, glukagon, dan kortisol, dan faktor eksogen termasuk jenis makanan dan jumlah makanan yang dikonsumsi serta aktivitas fisik (Suhandi *et al*., 2020).

Banyak faktor dapat memengaruhi kadar glukosa dalam darah, faktor-faktor ini dapat memengaruhi baik menaikkan maupun menurunkan kadar glukosa yang terkandung dalam darah. Berikut adalah beberapa faktor yang dapat memengaruhi kadar glukosa dalam darah:

1) Pola Makan

Kadar gula darah dalam tubuh akan dipengaruhi oleh pola makan yang buruk, yang mencakup konsumsi makanan yang tidak teratur dan waktu makan yang tidak tepat (Astutisari et *al*., 2022).

2) Usia

Menurut (Masruroh, 2018) dengan bertambahnya usia, intoleransi glukosa akan mugalami peningkatan. Selain itu, para

Kemenkes Poltekkes Bengkulu

ahli setuju bahwa orang yang berusia 45 tahun ke atas memiliki risiko terkena diabetes tipe II. Dengan bertambahnya usia, sel pankreas akan menyusut secara bertahap. Ini menghasilkan jumlah hormon yang terlalu sedikit yang menyebabkan kadar glukosa meningkat.

3) Aktifitas Fisik

Kurang aktivitas fisik dapat menyebabkan resistensi insulin, yang meningkatkan kadar gula darah. Penelitian sebelumnya juga menemukan bahwa aktivitas fisik yang kurang dan pola makan yang berlebihan meningkatkan kadar gula darah dan mempermudah komplikasi diabetes (Astutisari *et al*., 2022).

4) Stres

Stres adalah respon tubuh yang tidak spesifik ketika fungsi tubuh terganggu. Stres menyebabkan produksi berlebih pada kortisol. Kortisol adalah suatu hormon yang melawan efek insulin dan menyebabkan kadar glukosa darah menjadi tinggi, diproduksi lebih banyak oleh faktor stres. Hal ini akan menyebabkan tubuh menjadi kurang sensitif terhadap insulin. Kortisol menentang insulin, yang menghalangi glukosa untuk masuk ke sel dan meningkatkan glukosa darah (Suhandi *et a*l., 2020).

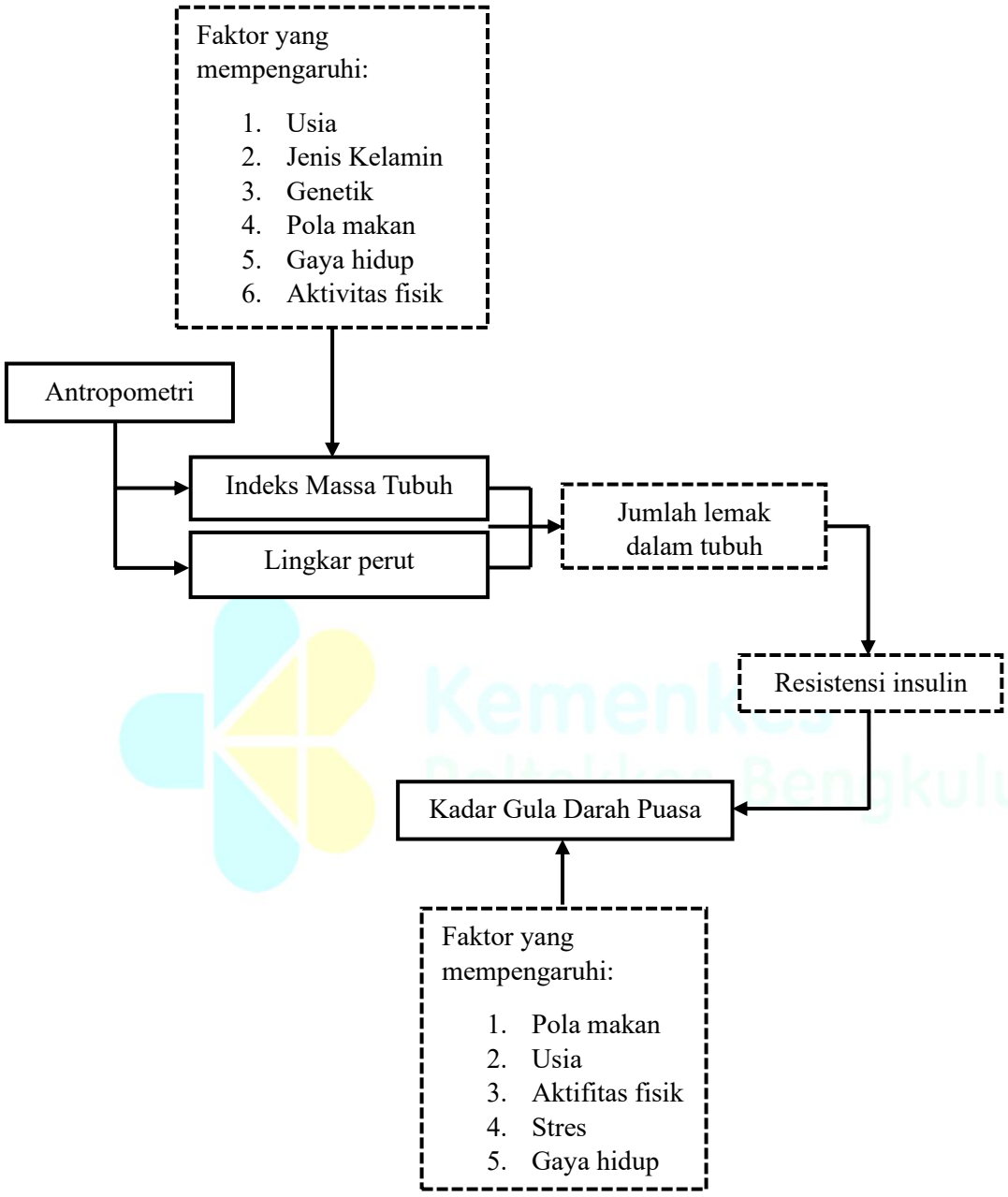
5) Gaya Hidup

Kesehatan fisik dan mental seseorang sangat dipengaruhi oleh gaya hidup mereka. Berbagai masalah kesehatan dapat disebabkan

oleh perubahan gaya hidup dan perilaku yang kurang sehat. Berolahraga secara teratur dapat membantu menurunkan berat badan dan mengendalikan gula darah. Seorang yang diabetes juga perlu mencapai dan mempertahankan kadar lemak darah dan tekanan darah yang normal, serta menjaga diet yang seimbang sesuai kebutuhan zat gizi masing-masing (Putra, 2018).

Kemenkes
Poltekkes Bengkulu

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber modifikasi : (A. N. Pratiwi, 2023).