

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Obesitas telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius karena berpotensi meningkatkan risiko berbagai penyakit tidak menular, seperti diabetes tipe 2, hipertensi, gangguan metabolik, hingga penyakit kardiovaskular. Kondisi ini juga berdampak negatif pada aspek psikososial, terutama pada remaja, seperti menurunkan kepercayaan diri dan kualitas hidup akibat stigma sosial dan gangguan pola makan (Azzahra et al., 2024).

Masa remaja merupakan salah satu fase penting dalam siklus kehidupan yang ditandai dengan adanya perubahan-perubahan biologis, psikologis, dan sosial yang signifikan (Eshbekovich & Sayfullayevna, 2024). Selain itu, masa remaja juga menjadi dasar utama dalam pembentukan gaya hidup dan kebiasaan makan yang akan terbawa hingga dewasa (Nurhaliza et al., 2025). Oleh karena itu, pemenuhan gizi sangat penting untuk mendukung pertumbuhan optimal dan mencegah terjadinya gangguan kesehatan di masa yang akan datang.

Berdasarkan data World Health Organization (WHO) pada tahun 2022 terdapat lebih dari 390 juta anak dan remaja berusia 5-19 tahun mengalami kelebihan berat badan, termasuk 160 juta yang menderita obesitas. Prevalensi kelebihan berat badan (termasuk obesitas) di kalangan anak dan remaja yang berusia 5-19 tahun telah meningkat secara signifikan dari 8% di tahun 1990 menjadi 20% pada tahun 2022. Peningkatan ini terjadi secara bersamaan di kalangan anak laki-laki dan perempuan dimana tercatat 19% anak perempuan dan 21% anak laki-laki yang mengalami kelebihan berat badan. Adapun obesitas pada anak di tahun 2022 yakni mencapai 8% dan remaja yang berusia 5-19 tahun yakni 160 juta (WHO, 2025).

World Obesity Atlas (WOA) memprediksikan bahwa peningkatan kejadian obesitas akan terus terjadi di beberapa wilayah pada usia 5-19 tahun, yakni di kawasan Asia Tenggara yang diperkirakan akan meningkat secara signifikan selama periode 2020 hingga 2035. Dari hasil prediksi ini pada anak perempuan diperkirakan akan meningkat dari 3% menjadi 11% dan pada anak laki-laki diperkirakan akan meningkat dari 5% menjadi 16%. Adapun prevalensi obesitas di Indonesia berdasarkan data Survei Kesehatan Indonesia (2023), prevalensi obesitas pada remaja usia 16-18 tahun sebesar 3,3%. Kemudian, di Sulawesi Selatan menjadi salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki tingkat obesitas sebesar 4,1% (Kemenkes, 2023). Selain itu, berdasarkan hasil Riskesdas (2018) di Kota Makassar mencatat prevalensi obesitas mencapai 3,44% dengan angka yang lebih tinggi di wilayah perkotaan.

Faktor utama penyebab obesitas adalah ketidakseimbangan antara asupan energi dan pengeluaran energi (Banjarnahor et al. 2022). Asupan energi yang melebihi kebutuhan tubuh, khususnya dari sumber karbohidrat sederhana dan lemak jenuh, sangat berkontribusi pada peningkatan akumulasi lemak tubuh (Ronitawati et al., 2022). Asupan zat gizi makro seperti karbohidrat, protein, dan lemak harus seimbang dengan aktivitas fisik untuk menjaga komposisi tubuh

yang sehat. Namun, pola konsumsi tinggi kalori dan rendah serat yang umum pada remaja berkontribusi pada obesitas (Rahayu et al., 2025).

Obesitas yang terjadi pada remaja dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola makan yang tidak sehat, kurangnya aktivitas fisik, faktor genetik, serta pengaruh lingkungan sosial dan ekonomi. Pola makan yang tinggi kalori, gula, dan lemak, serta rendah serat dapat menjadi penyebab utama terjadinya obesitas. Selain itu, peningkatan penggunaan gadget dan teknologi telah mengurangi waktu aktivitas fisik sehingga meningkatkan resiko obesitas (Riskia, 2024).

Secara umum, kebutuhan energi remaja dipengaruhi oleh pertumbuhan, aktivitas fisik, dan kondisi fisiologis lainnya. Karbohidrat menjadi sumber energi utama, sementara protein penting untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan, serta lemak yang berperan sebagai sumber energi cadangan dan membantu penyerapan vitamin larut lemak. Konsumsi lemak berlebih, terutama dari makanan olahan dan hewani, mudah menimbulkan penimbunan lemak visceral dan subkutan yang berisiko bagi kesehatan metabolik (Supadmi et al., 2024).

Penilaian status gizi remaja umumnya menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). Namun IMT memiliki keterbatasan karena tidak mampu membedakan antara massa lemak dan massa otot. Banyak remaja dengan IMT normal tetapi memiliki persentase lemak tubuh tinggi (hidden obesity), atau sebaliknya, atlet dengan IMT tinggi akibat massa otot tetapi sebenarnya tidak mengalami obesitas. Obesitas pada remaja dapat dideteksi dengan pengukuran yang lebih spesifik dibandingkan hanya mengandalkan Indeks Massa Tubuh (IMT), yaitu dengan menggunakan persentase lemak tubuh. Persentase lemak tubuh sebagai parameter yang lebih spesifik dibandingkan dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) sehingga menjadi penilaian penting dalam pemantauan perubahan status gizi remaja. Penelitian terbaru pada kelompok remaja menunjukkan persentase lemak tubuh yang tinggi lebih berhubungan erat dengan risiko gangguan metabolik dibandingkan hanya melakukan pengukuran IMT (Lisnawati et al., 2023). Dengan meningkatnya pola makan tinggi lemak dan rendah aktivitas fisik di wilayah perkotaan seperti Makassar, penggunaan persentase lemak tubuh menjadi penting untuk menangkap masalah gizi yang mungkin tidak terdeteksi oleh IMT, sehingga memberikan gambaran yang lebih tepat tentang risiko kesehatan remaja.

Kondisi kelebihan lemak tubuh pada remaja tidak hanya dipengaruhi oleh faktor konsumsi, tetapi juga oleh tingginya prevalensi gaya hidup sedentari (tidak aktif). Rendahnya aktivitas fisik yang disebabkan oleh kemajuan teknologi dan kebiasaan penggunaan gadget menyebabkan ketidakseimbangan energi makin parah. Hal ini semakin memperkuat hubungan antara kurangnya aktivitas fisik dengan kemungkinan obesitas (Kumala et al., 2019).

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa konsumsi makanan yang tinggi energi pada remaja semakin meningkat di lingkungan sekolah, baik di wilayah perkotaan maupun di pinggiran kota. Hal ini disebabkan oleh pola konsumsi fast food, snack tinggi lemak, dan kebiasaan makan di luar rumah (Afilia dkk., 2023). Kelebihan asupan ini tidak hanya berdampak pada kenaikan

berat badan, tetapi juga pada penimbunan lemak tubuh hingga memperburuk komposisi tubuh secara keseluruhan (Azzahra et al., 2024).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Elias et al. (2024) menunjukkan bahwa sekitar 32,2% responden mengonsumsi fast food lebih dari dua kali seminggu memiliki risiko 2,98 kali lebih tinggi untuk mengalami obesitas. Pada penelitian Mescoloto et al (2024) menyatakan bahwa makanan cepat saji, sebagai bagian dari makanan Ultra Processed Food (UPF) yang berkontribusi terhadap obesitas pada remaja. Tingginya kalori, lemak, dan gula, serta rendahnya serat dalam makanan dapat meningkatkan berat badan. Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wang et al (2021) mengemukakan bahwa, meskipun tidak ada pernyataan langsung yang menyebutkan bahwa makanan cepat saji menyebabkan obesitas, terdapat indikasi bahwa peningkatan konsumsi makanan ini berkaitan dengan pola makan yang kurang sehat. Kenaikan asupan energi dari makanan Ultra Processed Food dapat berkontribusi pada risiko obesitas, tetapi hubungan langsung antara keduanya masih memerlukan penelitian lebih lanjut. Selain itu, penelitian oleh Jakobsen et al. (2023) menegaskan bahwa bukti mengenai hubungan ini masih terbatas. Temuan ini menunjukkan bahwa untuk memahami dinamika obesitas di kalangan remaja, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain, seperti pola makan secara keseluruhan dan tingkat aktivitas fisik.

Penelitian lain yang dilakukan di SMA Kesatrian 1 Semarang menemukan adanya hubungan antara asupan lemak dengan status gizi, dimana dari hasil analisis yang telah dilakukan asupan lemak berlebih pada siswa mencapai lebih dari 120% dari total Angka Kecukupan Gizi (AKG) (Afifah et al., 2024). Di sisi lain, studi meta-analisis nasional menunjukkan bahwa asupan lemak berlebih meningkatkan risiko obesitas 6,2 kali secara signifikan pada kelompok remaja (Ainun & Simbolon, 2024). Penelitian lain juga dilakukan pada mahasiswa gizi Universitas Negeri Surabaya melaporkan bahwa ketidakseimbangan asupan energi dan lemak yang dikonsumsi secara berlebihan serta rendahnya aktivitas fisik terkait erat dengan presentase lemak tubuh yang lebih tinggi pada mahasiswa (Ramadan et al., 2024).

Salah satu kota besar di Indonesia yang tidak terlepas dari tantangan pola makan remaja yang modern yakni kota Makassar. Survei konsumsi makanan, camilan, fast food, serta minuman manis pada remaja SMA di Makassar menunjukkan kecenderungan peningkatan asupan energi dan lemak harian (Nugraha et al., 2023). Berbagai upaya telah dilakukan melalui edukasi gizi di sekolah, namun tingkat pengetahuan dan perubahan perilaku makan remaja masih menjadi tantangan utama. Sementara itu, dengan meningkatnya pengetahuan dan kepedulian remaja akan pola makan seimbangan dan aktivitas fisik yang memadai dapat mencegah masalah terkait kelebihan lemak tubuh secara lebih awal (Latifah et al., 2023).

Penelitian pada mahasiswa di Makassar menemukan bahwa 82% mahasiswa dengan konsumsi makanan berlemak tinggi memiliki persentase lemak tubuh yang berlebih dan hal ini juga mencerminkan beberapa populasi remaja SMA di berbagai wilayah (Azzahra et al., 2024). Penelitian lain yang

dilakukan di Karawang memperoleh hasil bahwa asupan energi, lemak, dan karbohidrat dari camilan signifikan berpengaruh pada status gizi remaja yang dapat meningkatkan risiko overweight dan obesitas (Afilia et al., 2023).

Namun, perlu diketahui bahwa beberapa penelitian menyimpulkan tidak semua jenis asupan energi berdampak sama, karena faktor lain seperti jenis lemak yang dikonsumsi, pola makan, serta aktivitas fisik juga berperan aktif dalam memediasi hubungan diantaranya (Nisa et al., 2021). Selain itu, penelitian lain membuktikan bahwa konsumsi makanan ringan atau minuman manis saja tidak selalu berkorelasi dengan peningkatan persentase lemak tubuh apabila asupan total energi tetap terjaga dalam batas kebutuhan.

Remaja yang mengalami peningkatan lemak tubuh akibat pola konsumsi tinggi energi dan lemak juga dapat berisiko lebih besar mengalami gangguan fisiologis, seperti gangguan menstruasi pada remaja putri, penurunan kebugaran kardiovaskular, dan peningkatan tekanan darah (Purwaningtyas et al., 2024). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Puwaningtyas et al. (2024) menemukan hubungan yang bermakna antara konsumsi makanan berlemak tinggi dengan persentase lemak tubuh dan kelelahan fisik lambat laun akan menurunkan produktivitas dan prestasi belajar remaja. Kenaikan persentase lemak tubuh pada masa remaja berdampak luas dalam jangka pendek maupun panjang. Selain meningkatkan risiko overweight dan obesitas, remaja dengan persentase lemak tubuh tinggi lebih rentan terkena penyakit tidak menular seperti diabetes tipe 2, hipertensi, gangguan metabolisme lemak, hingga risiko gangguan organ tubuh lainnya ketika dewasa (Ningrum et al., 2022).

Meningkatnya asupan energi dan zat gizi di kalangan remaja, tanpa diimbangi perilaku hidup sehat dan aktivitas fisik yang cukup akan terus menjadi tantangan kesehatan masyarakat, khususnya di Makassar. Temuan awal dari Dinas Kesehatan Kota Makassar mengungkapkan bahwa angka obesitas pada remaja terus mengalami kenaikan, khususnya di kawasan yang memiliki banyak sekolah dan akses mudah terhadap makanan cepat saji, seperti Kecamatan Panakkukang, Rappocini, dan Tamalate. Salah satu kecamatan di Kota Makassar yang mencerminkan karakteristik tersebut adalah Kecamatan Rappocini, dengan jumlah penduduk besar mencapai sekitar 150.869 jiwa dan kepadatan menengah-tinggi sebesar 16.346 jiwa/km² (BPS, 2025). Kondisi ini menciptakan lingkungan yang sangat mudah diakses oleh berbagai jenis makanan cepat saji, minuman manis, snack tinggi lemak, dan jajanan yang umumnya berada di sekitar sekolah.

Berdasarkan survei lingkungan, area sekitar SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar dikelilingi beberapa kios makanan cepat saji yang beroperasi sepanjang hari. Selain itu, kantin sekolah juga menyediakan berbagai pilihan makanan yang cenderung tinggi kalori dan lemak, sehingga semakin meningkatkan peluang siswa untuk mengonsumsi makanan padat energi setiap hari. Meskipun berbagai edukasi gizi telah dilakukan, hingga kini belum ada program yang secara spesifik mengevaluasi seberapa besar paparan lingkungan makanan tersebut berkontribusi terhadap peningkatan lemak tubuh remaja di sekolah-sekolah tersebut. Lingkungan yang ramai dan aktivitas

masyarakat yang tinggi memudahkan akses terhadap makanan cepat saji, jajanan tinggi kalori, serta penggunaan gadget yang semakin meningkat sehingga aktivitas fisik remaja cenderung menurun. Faktor-faktor ini berkontribusi terhadap risiko peningkatan lemak tubuh, sehingga Rappocini menjadi lokasi yang relevan untuk meneliti hubungan antara asupan energi, zat gizi makro, dan persentase lemak tubuh.

Justifikasi pemilihan dua sekolah ini diperkuat oleh perbedaan karakteristik institusi yang mampu menggambarkan variasi pola konsumsi remaja di wilayah perkotaan. SMA Negeri 9 Makassar mewakili sekolah negeri dengan jumlah siswa besar dan lingkungan sosial yang heterogen, sehingga mencerminkan pola konsumsi yang dipengaruhi faktor ekonomi menengah ke bawah. Sementara SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar mewakili sekolah swasta dengan karakteristik siswa dari latar sosial-ekonomi berbeda, termasuk akses lebih besar pada makanan cepat saji modern. Perbedaan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai bagaimana variasi lingkungan sekolah dan akses makanan dapat memengaruhi asupan energi, zat gizi makro, dan persentase lemak tubuh remaja. Dengan demikian, kedua sekolah ini mampu merepresentasikan dua kelompok remaja perkotaan dengan latar yang berbeda tetapi menghadapi risiko gizi yang sama.

Melihat kondisi tersebut, penelitian mengenai hubungan asupan energi dan zat gizi makro dengan persentase lemak tubuh pada remaja di SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar menjadi sangat penting untuk dilakukan. Kedua sekolah yang berada di wilayah perkotaan Makassar ini dipilih karena dianggap mampu merepresentasikan pola konsumsi remaja dan karakteristik lingkungan yang berisiko terhadap peningkatan lemak tubuh. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data empiris lokal yang memperkuat bukti epidemiologis terkait pola makan, aktivitas fisik, dan status gizi remaja. Selain itu, hasil penelitian akan bermanfaat sebagai dasar penyusunan intervensi promotif dan preventif yang lebih sesuai dengan kebutuhan sekolah dan keluarga, serta berkontribusi pada pengembangan ilmu gizi remaja melalui identifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi persentase lemak tubuh.

1.2 Teori

1.2.1 Tinjauan Umum tentang Asupan Energi

A. Definisi Asupan Energi

Asupan energi adalah jumlah total kalori yang diperoleh dari makanan dan minuman yang dikonsumsi dalam periode tertentu (Rejeki, et al, 2024). Asupan ini menjadi salah satu parameter penting dalam menilai status gizi individu, terutama pada remaja yang sedang mengalami pertumbuhan dan perkembangan pesat. Energi yang diperoleh dari makanan diperlukan untuk mendukung berbagai fungsi tubuh, termasuk metabolisme, aktivitas fisik, dan pertumbuhan jaringan (Istiqomah, et al 2024).

Kebutuhan asupan energi bervariasi tergantung pada usia, jenis kelamin, tingkat aktivitas fisik, dan kondisi kesehatan individu. Menurut Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang ditetapkan oleh

Kementerian Kesehatan, remaja laki-laki usia 16 – 18 tahun membutuhkan sekitar 2650 kkal per hari, sedangkan remaja Perempuan usia 16 – 18 tahun memerlukan sekitar 2100 kkal per hari (PERMENKES, 2019). Keseimbangan antara energi yang masuk dan energi yang keluar sangat penting untuk mencegah masalah gizi seperti obesitas atau malnutrisi (Syarifah et al., 2024).

Asupan energi yang cukup berkontribusi pada pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif yang optimal (Fitri, et al., 2025). Penelitian yang dilakukan oleh Ramlah et al., (2021) menunjukkan bahwa kekurangan asupan energi pada remaja dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan dan perkembangan, serta meningkatkan risiko berbagai penyakit. Oleh karena itu, penting bagi remaja untuk memahami pentingnya pemenuhan asupan energi yang seimbang.

Di sisi lain, kelebihan asupan energi dapat mengarah pada obesitas, yang merupakan masalah kesehatan global saat ini. Penelitian oleh Azzahra et al. (2024) menunjukkan bahwa konsumsi makanan tinggi kalori tanpa diimbangi dengan aktivitas fisik yang cukup dapat menyebabkan akumulasi lemak tubuh yang berbahaya. Penelitian lain yang dilakukan oleh Zhang et al. (2022) mengemukakan bahwa asupan energi tanpa peningkatan aktivitas fisik dapat meningkatkan lemak tubuh sebesar 4% dalam 6 bulan. Dengan demikian, pengaturan asupan energi yang tepat sangat penting untuk menjaga kesehatan remaja.

Pemahaman yang baik tentang asupan energi juga melibatkan kesadaran akan sumber makanan yang dikonsumsi. Makanan yang kaya akan nutrisi seperti sayuran, buah-buahan, dan biji-bijian sebaiknya menjadi pilihan utama dibandingkan dengan makanan olahan yang tinggi gula dan lemak jenuh. Edukasi gizi di sekolah dan masyarakat dapat membantu remaja dalam memilih makanan yang sehat dan bergizi (Sheanmoulia, 2025).

B. Klasifikasi Energi

Energi yang dibutuhkan tubuh berasal dari berbagai sumber zat gizi makro yang diklasifikasikan berdasarkan asal dan fungsinya dalam tubuh. Secara umum, energi diperoleh dari tiga makronutrien utama, yaitu karbohidrat, protein, dan lemak dengan kontribusi energi masing-masing sebesar 4 kkal/g untuk karbohidrat, 4 kkal/g untuk protein, dan 9 kkal/g untuk lemak (Hastuti et al., 2022). Selain itu, alkohol juga dapat memberikan energi sebesar 7 kkal/g, namun tidak termasuk dalam sumber energi esensial karena tidak memiliki nilai gizi dan bersifat toksik bila dikonsumsi secara berlebihan (Brenes, et al., 2021). Klasifikasi energi ini dapat membantu memahami proporsi zat gizi yang diperlukan tubuh untuk menjaga keseimbangan metabolik dan mempertahankan fungsi fisiologis optimal.

Menurut *World Health Organization* (WHO), berdasarkan fungsinya energi dapat dibagi menjadi tiga kelompok utama, yakni

energi untuk metabolisme basal (basal metabolic rate), energi untuk aktivitas fisik, dan energi untuk efek termik makanan (thermic effect food) (Hazim, et al., 2024). Metabolisme basal mencakup energi yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi dasar seperti pernapasan, sirkulasi darah, dan aktivitas organ dalam keadaan istirahat. Energi untuk aktivitas fisik bervariasi tergantung pada tingkat aktivitas individu, sedangkan efek termik makanan menggambarkan energi yang dikeluarkan tubuh untuk mencerna dan menyerap zat gizi. Ketiga komponen ini membentuk total pengeluaran energi harian yang menjadi dasar perhitungan kebutuhan energi seseorang (Anggita, et al., 2024).

Klasifikasi energi juga dapat ditinjau berdasarkan sumber bahan pangan. Karbohidrat umumnya menjadi sumber energi utama dalam pola makan masyarakat Indonesia karena mudah didapat dan relatif murah, sedangkan lemak berperan sebagai cadangan energi jangka panjang (Muriyati, et al., 2023). Menurut Food and Agriculture Organization (FAO, 2023), konsumsi energi ideal berasal dari 55–75% karbohidrat, 15–30% lemak, dan 10–15% protein dari total energi harian. Proporsi ini dapat bervariasi sesuai kondisi fisiologis dan tingkat aktivitas individu, terutama pada masa remaja yang membutuhkan energi tambahan untuk pertumbuhan jaringan tubuh dan peningkatan aktivitas fisik (Sari et al., 2025).

Dari perspektif metabolisme, energi dapat diklasifikasikan menjadi energi potensial dan energi kinetik. Energi potensial merupakan energi yang tersimpan dalam bentuk kimia pada molekul makanan seperti glukosa dan asam lemak, sedangkan energi kinetik adalah energi yang digunakan tubuh untuk melakukan aktivitas atau mempertahankan suhu tubuh (Yuniar, 2021). Perubahan antara kedua bentuk energi tersebut berlangsung melalui proses oksidasi di dalam sel, khususnya pada bagian mitokondria, yang berfungsi menghasilkan ATP sebagai sumber utama energi bagi tubuh (Morelli et al., 2020). Gangguan pada proses konversi ini, seperti defisiensi enzim metabolik, dapat menyebabkan gangguan energi yang berdampak pada kelelahan kronis atau gangguan metabolisme (Basolo et al., 2021).

Selain itu, kualitas sumber energi juga menjadi aspek penting dalam klasifikasi energi. Energi dari makanan bergizi seimbang memberikan efek metabolik yang lebih stabil dibandingkan energi dari makanan dengan kepadatan kalori tinggi. Chen et al (2025) melaporkan bahwa pola makan tidak seimbang dan tinggi energi berhubungan dengan peningkatan kadar lemak tubuh dan gangguan metabolik pada wanita dewasa muda. Hasil serupa ditemukan oleh Vera (2025), yang menunjukkan bahwa remaja dengan konsumsi energi berlebih dari makanan cepat saji memiliki persentase lemak tubuh lebih tinggi dibandingkan yang menerapkan pola makan

seimbang. Dengan demikian, klasifikasi energi yang sehat tidak hanya mempertimbangkan jumlah energi, tetapi juga kualitas dan sumbernya agar dapat mendukung metabolisme optimal dan kesehatan jangka panjang.

C. Sumber Energi

Sumber energi utama tubuh manusia berasal dari zat gizi makro yaitu karbohidrat, lemak, dan protein, yang berfungsi untuk menghasilkan energi bagi metabolisme, pertumbuhan, serta aktivitas harian. Karbohidrat merupakan sumber energi utama karena mudah dicerna dan cepat diubah menjadi glukosa yang digunakan oleh sel untuk menghasilkan adenosine triphosphate (ATP) (Sholichah et al., 2021). Studi di Indonesia oleh Retiaty et al. (2025) menunjukkan bahwa konsumsi energi masyarakat masih dominan berasal dari karbohidrat sederhana dan makanan olahan tinggi gula, yang dapat mengganggu keseimbangan energi jangka panjang. Oleh karena itu, pemilihan sumber karbohidrat kompleks seperti beras merah, jagung, dan umbi-umbian sangat penting dalam menjaga kestabilan energi.

Karbohidrat kompleks yang berasal dari sereal utuh, buah, dan sayuran tidak hanya memberikan energi, tetapi juga mengandung serat yang membantu memperlambat proses penyerapan glukosa. Wei et al. (2024) melaporkan bahwa pola makan tinggi serat meningkatkan kontrol glukosa darah dan menurunkan risiko penumpukan lemak tubuh. Sebaliknya, karbohidrat sederhana seperti gula pasir, minuman manis, dan makanan olahan cepat diserap tubuh sehingga menyebabkan lonjakan kadar glukosa dan peningkatan simpanan lemak. Palu et al. (2024) juga menegaskan bahwa konsumsi tinggi gula tambahan dari makanan olahan berhubungan dengan peningkatan asupan energi yang tidak seimbang, terutama pada remaja. Dengan demikian, kualitas sumber karbohidrat sangat menentukan efektivitas penyediaan energi dan keseimbangan metabolisme tubuh.

Lemak berfungsi sebagai sumber energi cadangan dengan densitas tertinggi, yaitu 9 kkal per gram. Selain sebagai sumber energi, lemak juga berperan dalam penyerapan vitamin A, D, E, dan K, serta melindungi organ vital tubuh. Lemak tak jenuh yang berasal dari minyak nabati, alpukat, dan ikan laut memiliki efek protektif terhadap sistem kardiovaskular, sedangkan lemak jenuh dari daging merah dan makanan olahan dapat meningkatkan kadar kolesterol LDL (Johnson 2024). Norde et al. (2024) melaporkan bahwa diet seimbang dengan proporsi lemak sehat membantu menjaga kestabilan metabolik dan menurunkan risiko obesitas. Sementara itu, Chen et al. (2025) menemukan bahwa kelebihan asupan energi dari lemak jenuh dapat mengganggu homeostasis energi dan meningkatkan resistensi insulin pada wanita muda.

Protein berfungsi sebagai bahan pembangun jaringan sekaligus sumber energi cadangan. Walaupun satu gram protein menghasilkan 4 kkal energi, penggunaannya sebagai sumber energi hanya terjadi ketika asupan karbohidrat dan lemak tidak mencukupi (Aisyah & Yunianto 2021). Corrêa Rezende et al. (2022) menjelaskan bahwa protein memiliki efek termik tertinggi di antara zat gizi makro, sehingga meningkatkan pengeluaran energi total harian. Sumber protein hewani seperti telur, ikan, dan ayam memiliki nilai biologis lebih tinggi dibandingkan sumber protein nabati, namun kombinasi keduanya direkomendasikan untuk menjaga keseimbangan asupan asam amino esensial. Selain itu, Fauziyyah et al (2021) melaporkan bahwa remaja dengan asupan protein rendah cenderung memiliki persentase lemak tubuh yang lebih tinggi dibandingkan remaja dengan pola makan seimbang.

Selain dari sumber alami, asupan energi juga dapat berasal dari makanan olahan dan minuman berpemanis yang memiliki kepadatan energi tinggi namun rendah zat gizi mikro. Menurut Retiaty et al. (2025), peningkatan konsumsi makanan ultra-proses di Indonesia menjadi salah satu penyebab utama ketidakseimbangan energi dan meningkatnya prevalensi obesitas. Palu et al. (2024) juga menemukan tren serupa di negara kepulauan Pasifik, di mana konsumsi makanan tinggi energi menyebabkan peningkatan proporsi lemak tubuh dan penurunan kualitas gizi diet. Oleh karena itu, untuk menjaga keseimbangan energi yang optimal, individu disarankan untuk mengutamakan sumber energi alami, rendah gula, dan rendah lemak jenuh sesuai rekomendasi WHO (2022).

D. Proses Pencernaan dan Absorpsi Energi dalam Tubuh

Proses pencernaan dan absorpsi energi merupakan mekanisme fisiologis kompleks yang memastikan zat gizi dari makanan dapat diubah menjadi energi yang siap digunakan oleh tubuh. Proses ini dimulai di rongga mulut, di mana enzim amilase saliva memecah karbohidrat kompleks menjadi maltosa. Di lambung, enzim pepsin dan asam klorida mendegradasi protein menjadi peptida kecil, sementara lemak mengalami emulsifikasi awal oleh gerakan mekanik. Selanjutnya, di usus halus, enzim lipase pankreas, amilase, dan protease bekerja secara sinergis untuk memecah lemak, karbohidrat, dan protein menjadi unit-unit sederhana (Anjarwati et al., 2022). Menurut Guyton & Hall (2021), pencernaan yang optimal membutuhkan koordinasi antara enzim, hormon, dan sistem saraf enterik untuk mempertahankan efisiensi metabolisme energi (Chen et al., 2025).

Setelah pencernaan selesai, proses absorpsi terjadi terutama di usus halus bagian jejunum dan ileum. Karbohidrat diserap dalam bentuk monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa) melalui transporter SGLT1 dan GLUT2, protein diserap sebagai asam amino

melalui sistem transport aktif, dan lemak diserap dalam bentuk asam lemak serta monogliserida melalui sistem limfatik (Henggu & Nurdiansyah., 2021). Corrêa Rezende et al. (2022) menjelaskan bahwa efisiensi absorpsi energi sangat dipengaruhi oleh integritas mukosa usus dan komposisi mikrobiota intestinal. Gangguan pada permukaan villi usus atau ketidakseimbangan mikrobiota dapat menurunkan ketersediaan energi yang diserap tubuh. Penelitian oleh Wei et al. (2024) menegaskan bahwa individu dengan pola makan tinggi serat memiliki efisiensi absorpsi energi lebih baik karena serat mendukung pertumbuhan mikroba usus yang sehat.

Hasil absorpsi kemudian dialirkan ke hati melalui vena porta hepatica untuk dimetabolisme. Glukosa dapat disimpan dalam bentuk glikogen, digunakan untuk energi langsung, atau diubah menjadi lemak melalui proses lipogenesis. Asam amino dimanfaatkan untuk sintesis protein jaringan, sedangkan asam lemak disimpan dalam jaringan adiposa sebagai cadangan energi (Henggu & Nurdiansyah., 2021). Hall et al. (2022) menyebutkan bahwa distribusi energi hasil absorpsi sangat bergantung pada hormon insulin dan glukagon, yang berfungsi mengatur keseimbangan antara penyimpanan dan penggunaan energi. Kondisi seperti resistensi insulin dapat menyebabkan gangguan penyerapan energi dan peningkatan penyimpanan lemak tubuh, yang berujung pada obesitas atau sindrom metabolik.

Selain faktor fisiologis, kualitas makanan juga berpengaruh terhadap efisiensi pencernaan dan absorpsi energi. Palu et al. (2024) melaporkan bahwa konsumsi makanan ultra-proses yang tinggi lemak dan rendah serat mempercepat penyerapan energi namun menurunkan efisiensi metabolik jangka panjang. Sebaliknya, makanan dengan indeks glikemik rendah seperti sereal utuh dan sayuran meningkatkan kestabilan glukosa darah dan memperpanjang rasa kenyang (Norde et al., 2024). Studi oleh Chen et al. (2025) juga menunjukkan bahwa diet seimbang dengan kandungan serat tinggi dan lemak tak jenuh dapat memperbaiki sensitivitas insulin dan efisiensi energi pada wanita muda dengan kelebihan berat badan.

Efisiensi pencernaan dan absorpsi energi menjadi penentu utama dalam keseimbangan energi tubuh (energy balance). Menurut Retiaty et al. (2025), gangguan pada proses penyerapan atau metabolisme energi dapat menyebabkan malnutrisi, baik berupa kekurangan maupun kelebihan energi. Kondisi tersebut sering kali dialami remaja yang mengalami perubahan metabolisme cepat dan pola makan tidak teratur. WHO (2023) menekankan bahwa pemahaman terhadap proses pencernaan dan absorpsi energi sangat penting dalam intervensi gizi, karena keseimbangan energi yang tidak terjaga dapat berdampak langsung pada status gizi dan risiko penyakit metabolik di masa dewasa.

E. Angka Kecukupan Energi bagi Remaja Akhir

Angka Kecukupan Energi (AKE) merupakan jumlah energi rata-rata yang diperlukan individu per hari untuk mempertahankan fungsi tubuh, mendukung pertumbuhan, serta aktivitas fisik sesuai usia, jenis kelamin, dan kondisi fisiologis (Ardianto et al., 2025). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019, angka kecukupan gizi pada remaja usia 16 – 18 tahun yakni sebagai berikut:

Tabel 1.1 Angka Kecukupan Energi

No	Jenis Kelamin	BB(Kg)	TB (cm)	Energi (Kkal)
1	Laki – Laki	60	168	2650
2	Perempuan	52	159	2100

Sumber: Permenkes RI, 2019

Pada tabel 1.1 menunjukkan angka kecukupan energi berdasarkan jenis kelamin sesuai Permenkes RI tahun 2019. Remaja laki-laki dengan berat badan 60 kg dan tinggi badan 168 cm memiliki kebutuhan energi sebesar 2650 kkal per hari. Sementara itu, remaja perempuan dengan berat badan 52 kg dan tinggi badan 159 cm membutuhkan energi sebesar 2100 kkal per hari. Perbedaan kebutuhan energi ini dipengaruhi oleh variasi komposisi tubuh, metabolisme, serta aktivitas fisik antara laki-laki dan perempuan.

Menurut World Health Organization (WHO, 2023), kebutuhan energi individu juga dipengaruhi oleh *Basal Metabolic Rate* (BMR), efek termik makanan, dan tingkat aktivitas fisik (*Physical Activity Level*). WHO menetapkan bahwa kebutuhan energi harian dapat dihitung menggunakan rumus prediktif berdasarkan berat badan, tinggi badan, dan usia, untuk memastikan keseimbangan antara energi masuk dan energi keluar. *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2023) juga menegaskan bahwa remaja membutuhkan asupan energi tambahan untuk mendukung pertumbuhan jaringan baru dan aktivitas fisik yang lebih intensif. Apabila asupan energi tidak mencukupi, dapat terjadi gangguan pertumbuhan, kelelahan kronis, serta penurunan imunitas (Navila & Firmansyah 2025).

Variabilitas kebutuhan energi juga dipengaruhi oleh faktor genetik, komposisi tubuh, dan tingkat aktivitas. Wei *et al.* (2024) melaporkan bahwa perbedaan jenis kelamin menyebabkan perbedaan kebutuhan energi yang signifikan, di mana laki-laki memiliki metabolisme basal lebih tinggi karena proporsi massa otot yang lebih besar. Selain itu, Retiaty *et al.* (2025) menemukan bahwa remaja di Indonesia dengan aktivitas fisik rendah dan pola makan tinggi energi dari makanan olahan cenderung mengalami kelebihan berat badan akibat ketidakseimbangan antara asupan dan pengeluaran energi. Oleh karena itu, pengaturan asupan energi yang sesuai dengan kebutuhan individu menjadi faktor penting dalam menjaga keseimbangan energi tubuh (*energy homeostasis*).

Selain berdasarkan rumus dan rekomendasi, AKE juga digunakan sebagai panduan dalam survei gizi dan program intervensi nasional. Data dari UNICEF dan WHO (2022) menunjukkan bahwa sekitar 30% remaja di negara berkembang memiliki asupan energi di bawah kebutuhan minimum. Kekurangan energi kronis pada masa remaja dapat menyebabkan keterlambatan pertumbuhan (*stunting*), gangguan konsentrasi belajar, dan penurunan performa fisik. Sebaliknya, kelebihan energi dari pola makan tinggi kalori dan rendah zat gizi mikro berkontribusi terhadap meningkatnya prevalensi obesitas dan penyakit metabolik pada kelompok usia muda (Palu *et al.*, 2024).

Dengan demikian, penetapan AKE berperan penting dalam memastikan kecukupan energi yang seimbang pada remaja akhir. Pemenuhan energi sesuai rekomendasi Kemenkes dan WHO dapat membantu mencapai pertumbuhan optimal serta mencegah masalah gizi ganda yang masih menjadi tantangan di Indonesia. Vilhar *et al* (2023) menegaskan bahwa remaja dengan asupan energi yang sesuai AKE memiliki komposisi tubuh yang lebih proporsional dan kadar lemak tubuh normal dibandingkan mereka yang asupannya defisit atau berlebih. Oleh karena itu, kesesuaian antara kebutuhan dan asupan energi harus dijaga melalui edukasi gizi, pemantauan pola makan, serta pengaturan aktivitas fisik yang seimbang.

F. Fungsi Energi

Energi memiliki fungsi utama sebagai bahan bakar untuk menjalankan seluruh proses fisiologis dalam tubuh manusia. Setiap aktivitas, mulai dari kontraksi otot, fungsi jantung, hingga transmisi impuls saraf, memerlukan suplai energi dalam bentuk adenosine triphosphate (ATP). Proses konversi zat gizi menjadi energi berlangsung melalui jalur metabolisme seperti glikolisis, siklus Krebs, dan rantai transpor elektron (Mokodongan *et al.*, 2025). Menurut Hall *et al.* (2022), ATP berfungsi sebagai penyimpan dan penyedia energi di dalam sel, sehingga berbagai reaksi biokimia dapat berlangsung dengan optimal. Ketika asupan energi tidak seimbang, homeostasis tubuh terganggu, sehingga dapat menghambat fungsi vital, terutama pada organ dengan kebutuhan energi tinggi seperti otak dan jantung.

Selain berperan dalam metabolisme basal, energi juga diperlukan untuk aktivitas fisik, termogenesis, dan pertumbuhan jaringan baru. Parshuram *et al* (2024) menjelaskan bahwa sekitar 60–70% total energi digunakan untuk *Basal Metabolic Rate* (BMR), 10% untuk efek termik makanan, dan sisanya untuk aktivitas fisik. Bagi remaja, fungsi energi sangat penting untuk mendukung perkembangan organ reproduksi, peningkatan massa otot, serta pertumbuhan tulang yang pesat (Proia *et al.*, 2021). Kekurangan energi dapat menghambat pertumbuhan linear, menurunkan daya tahan tubuh, dan memperlambat penyembuhan luka (WHO, 2023).

Energi juga berfungsi menjaga keseimbangan suhu tubuh melalui proses termogenesis. Pokora et al (2025) menyebutkan bahwa produksi panas dari metabolisme energi diperlukan untuk mempertahankan suhu inti tubuh sekitar 37°C. Ketika cadangan energi menurun drastis, kemampuan tubuh dalam menghasilkan panas berkurang sehingga mudah mengalami hipotermia. Sebaliknya, kelebihan energi dapat meningkatkan metabolisme basal semu, tetapi justru menimbulkan stres oksidatif yang berdampak negatif terhadap fungsi seluler (Masenga et al., 2023).

Fungsi energi tidak hanya bersifat fisiologis, tetapi juga berperan dalam aspek kognitif dan emosional. Penelitian yang dilakukan oleh Sekarbuni et al (2025) melaporkan bahwa asupan energi yang cukup, terutama dari sumber karbohidrat kompleks, dapat meningkatkan konsentrasi dan suasana hati melalui regulasi kadar glukosa darah yang stabil. Glukosa merupakan sumber energi utama otak; penurunan kadar glukosa dapat menimbulkan gangguan fokus dan kelelahan mental (Putri 2024). Dengan demikian, kecukupan asupan energi harian tidak hanya berpengaruh terhadap kemampuan fisik, tetapi juga berperan penting dalam menjaga kesejahteraan psikologis seseorang (Nirwana et al., 2024).

Secara keseluruhan, energi memiliki peranan fundamental dalam mempertahankan kehidupan dan kesehatan optimal. Tubuh manusia dirancang untuk menyeimbangkan pemasukan dan pengeluaran energi secara dinamis. Apabila keseimbangan energi terganggu, baik akibat kekurangan maupun kelebihan asupan, maka risiko munculnya gangguan metabolik akan meningkat. Dengan demikian, memenuhi kebutuhan energi sesuai kondisi individu menjadi langkah penting dalam pencegahan masalah gizi dan penyakit tidak menular (Mahmudah et al., 2025).

G. Dampak Mengonsumsi Energi Berlebihan

Konsumsi energi yang melebihi kebutuhan tubuh dapat menyebabkan kelebihan berat badan dan obesitas, yang merupakan faktor risiko utama berbagai penyakit metabolik seperti diabetes mellitus tipe 2, dislipidemia, dan penyakit jantung koroner. Salim et al. (2021) menyebutkan bahwa kelebihan energi kronis akan meningkatkan penyimpanan trigliserida di jaringan adiposa, yang pada akhirnya memicu resistensi insulin. Kondisi ini memperburuk metabolisme glukosa dan lemak, sehingga meningkatkan risiko sindrom metabolik. Selain itu, obesitas akibat kelebihan energi berhubungan dengan peningkatan inflamasi sistemik dan stres oksidatif yang mempercepat kerusakan jaringan (Rose et al., 2023).

Dampak lain dari konsumsi energi berlebih adalah perubahan komposisi tubuh dan penurunan efisiensi metabolik. Da Eira et al. (2024) melaporkan bahwa pola makan tinggi energi, terutama dari lemak jenuh dan gula sederhana, menurunkan fleksibilitas metabolik

dan meningkatkan penyimpanan lemak visceral. Lemak visceral memiliki efek endokrin yang kuat karena menghasilkan sitokin proinflamasi seperti TNF- α dan IL-6. Dalam jangka panjang, hal ini dapat menyebabkan gangguan fungsi hati, peningkatan tekanan darah, serta gangguan lipid darah (Varra et al., 2025).

Kelebihan energi juga dapat memengaruhi fungsi otak dan perilaku makan. Theodorakis & Nikolaou (2025) menjelaskan bahwa diet tinggi energi dapat mengubah regulasi hormon leptin dan ghrelin, menyebabkan gangguan sinyal kenyang dan rasa lapar. Akibatnya, individu lebih sulit mengontrol nafsu makan dan cenderung makan berlebih. Perubahan ini sering kali disertai peningkatan risiko depresi dan gangguan tidur, terutama pada remaja dan dewasa muda.

Dalam konteks kesehatan masyarakat, kelebihan asupan energi menjadi tantangan besar di negara berkembang seperti Indonesia. Rahmi et al (2020) menunjukkan bahwa remaja perkotaan menunjukkan kecenderungan konsumsi energi yang melebihi rekomendasi harian, dengan porsi signifikan berasal dari makanan cepat saji dan minuman bergula. Pola ini berkorelasi dengan peningkatan prevalensi obesitas dan masalah metabolik sejak usia sekolah. Oleh karena itu, edukasi gizi dan kebijakan pengendalian konsumsi makanan tinggi energi menjadi langkah penting untuk mencegah masalah gizi lebih.

Konsumsi energi berlebih dalam jangka panjang juga dikaitkan dengan penurunan kualitas hidup dan peningkatan risiko penyakit degeneratif. *NCD Risk Factor Collaboration* (2023) memperkirakan bahwa peningkatan asupan energi global dalam beberapa dekade terakhir berperan penting dalam kenaikan prevalensi obesitas di dunia (Hall et al., 2022). Oleh sebab itu, strategi pencegahan harus difokuskan pada keseimbangan energi, peningkatan aktivitas fisik, dan pengaturan pola makan seimbang sesuai dengan rekomendasi AKE nasional. Mengontrol asupan energi tidak hanya berdampak pada penurunan berat badan, tetapi juga berperan penting dalam menjaga fungsi metabolik dan mencegah penyakit kronis di masa depan.

Tabel 1.2 Sintesa Penelitian terkait Asupan Energi

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
1	Hall, <i>et al.</i> (2022) https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35134825/	<i>Energy Balance and Fat Storage Dynamics in Humans</i>	Studi kuantitatif observasional; analisis keseimbangan energi dan penyimpanan lemak tubuh menggunakan model metabolik.	220 remaja (usia 15–18 tahun)	Kelebihan energi kronis meningkatkan akumulasi lemak visceral dan risiko obesitas.
2	Zhang, <i>et al.</i> (2022) https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2025.1664412/full	<i>Energy Intake and Body Composition in Adolescents</i>	Studi longitudinal selama 6 bulan; uji hubungan antara asupan energi dan perubahan komposisi tubuh menggunakan regresi linier berganda.	312 remaja di sekolah menengah China	Asupan energi berlebih tanpa peningkatan aktivitas fisik menaikkan lemak tubuh sebesar 4% dalam 6 bulan
3	Zhang <i>et al.</i> , (2024) https://jamanetwork.com/journals/jamapediatrics/fullarticle/2819322	<i>Global Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adolescents, 2000–2023</i> <i>JAMA Pediatrics</i>	Systematic review dan meta-analisis dari 2033 studi; analisis menggunakan model <i>random-effects DerSimonian–Laird</i> ; ekstraksi data prevalensi adipositas dan faktor-faktor risikonya (pola	45,8 juta peserta (anak & remaja usia 5–19 tahun) dari 154 negara	Peningkatan prevalensi overweight dan obesitas global disebabkan faktor: asupan energi berlebih, aktivitas fisik rendah, pola makan tidak

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
			makan, aktivitas fisik, sosial ekonomi, durasi tidur, dan faktor biologis).		sehat, durasi tidur kurang, serta faktor sosial-ekonomi. Faktor-faktor ini berkaitan langsung dengan peningkatan persentase lemak tubuh (adipositas) pada anak dan remaja.
4	Azzahra et al. (2024) http://journal.unhas.ac.id/index.php/mgmi/article/view/35244	<i>Gambaran Konsumsi Lemak terhadap Persentase Lemak Tubuh Mahasiswa Prodi S1 Ilmu Gizi FKM UNHAS - JGMI: The Journal of Indonesian Community Nutrition</i>	Penelitian Deskriptif dengan teknik penentuan sampel systematic random sampling. Konsumsi lemak diukur dengan <i>Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire</i> (SQFFQ). Persentase lemak tubuh diukur menggunakan <i>Bioelectrical</i>	160 mahasiswa Program Studi S1 Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin (Unhas) angkatan 2021–2023.	Sebagian besar responden memiliki persentase lemak tubuh dalam kategori normal (sekitar 53.8%). Namun, persentase yang mengalami kelebihan lemak tubuh (Obesitas)

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
			<i>Impedance Analysis (BIA).</i>		mencapai sekitar 26.9%.
5	Retiaty et al. (2025) https://doi.org/10.3390/nu17091459	<i>Contribution of Food, Energy, Macronutrients and Fiber Consumption Patterns to Obesity and Other Non-Communicable Disease Risks in the Indonesian Population - Nutrients</i>	Studi <i>Cross-sectional</i> (Berbasis populasi). Data diambil dari survei SUSENAS (Survei Sosial Ekonomi Nasional), sebuah survei nasional representatif di Indonesia. Analisis menggunakan Regresi Logistik Multivariat dan Analisis Komponen Utama (<i>Principal Component Analysis / PCA</i>) untuk mengidentifikasi pola konsumsi yang berkontribusi pada risiko obesitas dan penyakit tidak menular (PTM).	188.423 subjek di Indonesia (berbagai kelompok usia, termasuk remaja).	Baik asupan lemak yang berlebihan maupun asupan karbohidrat yang berlebihan (di luar rentang rekomendasi) merupakan kontributor penting terhadap peningkatan risiko obesitas di populasi Indonesia. Pola makan yang didominasi makanan tinggi lemak dan gula perlu diintervensi untuk pencegahan obesitas dan PTM.

Secara umum, temuan penelitian dalam tabel di atas menyimpulkan bahwa keseimbangan energi adalah faktor penentu utama dalam komposisi tubuh. Kelebihan energi yang berlangsung secara kronis terbukti meningkatkan akumulasi lemak visceral dan secara langsung meningkatkan risiko obesitas. Studi longitudinal menunjukkan bahwa asupan energi yang berlebih, jika tidak diimbangi dengan peningkatan aktivitas fisik, dapat menaikkan lemak tubuh secara signifikan dalam kurun waktu enam bulan. Secara global, peningkatan prevalensi overweight dan obesitas pada anak dan remaja didorong oleh kombinasi faktor-faktor risiko, meliputi asupan energi yang berlebihan, aktivitas fisik yang rendah, pola makan yang tidak sehat, durasi tidur yang kurang, serta kondisi sosial-ekonomi. Fokus pada pola makan spesifik di populasi Indonesia menunjukkan bahwa baik asupan lemak yang berlebihan maupun asupan karbohidrat yang berlebihan jika di luar rentang rekomendasi merupakan kontributor penting terhadap peningkatan risiko obesitas. Meskipun sebagian besar mahasiswa dalam penelitian tertentu memiliki persentase lemak tubuh normal (sekitar 53,8%), proporsi yang mengalami kelebihan lemak tubuh (obesitas) masih mencapai angka yang cukup tinggi, yaitu sekitar 26,9%.

1.2.2 Tinjauan Umum tentang Asupan Zat Gizi Makro

A. Definisi Zat Gizi Makro

Asupan zat gizi merupakan salah satu penyebab langsung yang dapat mempengaruhi status gizi seseorang. Asupan zat gizi dapat diperoleh dari beberapa zat gizi, diantaranya yaitu asupan zat gizi makro. Zat gizi makro (*macronutrients*) adalah kelompok zat gizi yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah besar dan berfungsi sebagai sumber energi utama untuk metabolisme, pertumbuhan, serta pemeliharaan jaringan tubuh (Oukheda et al., 2023). Tiga komponen utama zat gizi makro terdiri atas karbohidrat, protein, dan lemak (Yang et al., 2023). Ketiganya bekerja secara sinergis untuk memenuhi kebutuhan energi dan menjaga fungsi fisiologis tubuh (Sumarti et al. 2024).

Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama, protein sebagai komponen struktural dan fungsional sel, sedangkan lemak sebagai cadangan energi sekaligus pengatur hormon dan penopang penyerapan vitamin larut lemak (Armeyanti et al. 2022). Selain itu, kebutuhan zat gizi makro pada remaja sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan cepat (*growth spurt*) sehingga ketidakseimbangan asupan dapat berdampak langsung pada komposisi tubuh, termasuk peningkatan persentase lemak tubuh (Hall et al., 2021).

Keseimbangan asupan ketiga zat gizi makro tersebut sangat diperlukan untuk mempertahankan komposisi tubuh yang sehat, termasuk pengaturan massa lemak, massa otot, dan berat badan ideal. Hall et al. (2021) menegaskan bahwa keseimbangan energi dan makronutrien sangat memengaruhi proses anabolisme dan

katabolisme yang menentukan komposisi tubuh, termasuk persentase lemak tubuh. Ketidakseimbangan asupan karbohidrat, protein, dan lemak dapat menyebabkan gangguan metabolik seperti obesitas, resistensi insulin, dan peningkatan adipositas

B. Kebutuhan Zat Gizi Makro pada Remaja

1. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi otak dan sistem saraf, serta menyediakan glukosa yang menjadi bahan bakar utama tubuh. Ketika dikonsumsi, karbohidrat dipecah menjadi monosakarida yang digunakan untuk menghasilkan energi melalui proses glikolisis dan oksidasi (Ansokowati, 2022). Menurut Wahyuningtyas et al. (2024), karbohidrat berperan penting dalam menjaga performa mental, stamina fisik, kestabilan gula darah, serta kesehatan metabolik secara keseluruhan

Karbohidrat dapat diperoleh dari berbagai kelompok pangan, termasuk sereal, umbi, buah-buahan, kacang-kacangan, dan produk olahan seperti roti serta pasta. Karbohidrat sederhana seperti glukosa dan fruktosa banyak ditemukan pada buah-buahan dan madu, sementara karbohidrat kompleks seperti pati dan serat terdapat pada beras, gandum, oat, kentang, dan kacang-kacangan. Menurut Widiastuti et al. (2024), konsumsi karbohidrat kompleks yang kaya serat terbukti lebih efektif dalam menjaga kontrol glukosa darah dan menurunkan risiko peningkatan lemak tubuh dibanding karbohidrat sederhana.

Adapun angka kecukupan kebutuhan yang dianjurkan untuk remaja usia 16 – 18 tahun di Indonesia yakni sebagai berikut:

Tabel 1.3 Angka Kecukupan Karbohidrat

No	Jenis Kelamin	BB(Kg)	TB (cm)	Karbohidrat (g)
1	Laki – Laki	60	168	400
2	Perempuan	52	159	300

Sumber: Permenkes RI, 2019

Pada tabel 1.3 menggambarkan kebutuhan karbohidrat harian remaja menurut Permenkes RI tahun 2019. Remaja laki-laki dengan berat 60 kg dan tinggi 168 cm membutuhkan asupan karbohidrat sekitar 400 gram per hari untuk mendukung metabolisme energi dan aktivitas fisik. Sementara itu, remaja perempuan dengan berat 52 kg dan tinggi 159 cm dianjurkan mengonsumsi sekitar 300 gram karbohidrat per hari. Kebutuhan ini menyesuaikan dengan total energi harian serta kebutuhan metabolik yang berbeda antara kedua jenis kelamin.

2. Protein

Protein berfungsi sebagai komponen struktural sel tubuh, termasuk otot, enzim, antibodi, dan hormon. Protein juga terlibat

dalam proses pemulihan jaringan serta regulasi metabolisme. Menurut Nuryanto et al. (2023), protein menyediakan asam amino esensial yang tidak dapat diproduksi tubuh dan harus diperoleh melalui makanan. Kecukupan protein penting untuk pertumbuhan remaja karena periode tersebut ditandai oleh percepatan pertumbuhan (*growth spurt*) yang meningkatkan kebutuhan anabolik.

Protein dapat diperoleh dari sumber hewani seperti daging, ikan, telur, dan produk susu, serta sumber nabati seperti kacang-kacangan, tempe, tahu, biji-bijian, dan quinoa. Protein hewani umumnya memiliki nilai biologis lebih tinggi karena mengandung asam amino esensial lengkap. Hidayati et al. (2025) menyatakan bahwa kombinasi protein hewani dan nabati diperlukan untuk memastikan kecukupan asam amino yang mendukung pembentukan jaringan otot dan mempertahankan metabolisme tubuh, sehingga berkontribusi pada stabilitas komposisi tubuh.

Adapun angka kecukupan kebutuhan yang dianjurkan untuk remaja usia 16 – 18 tahun di Indonesia yakni sebagai berikut:

Tabel 1.4 Angka Kecukupan Protein

No	Jenis Kelamin	BB(Kg)	TB (cm)	Karbohidrat (g)
1	Laki – Laki	60	168	400
2	Perempuan	52	159	300

Sumber: Permenkes RI, 2019

Pada tabel 1.4 memaparkan kebutuhan protein harian remaja berdasarkan jenis kelamin menurut Permenkes RI tahun 2019. Remaja laki-laki dengan berat 60 kg dan tinggi 168 cm memiliki kebutuhan protein sebesar 75 gram per hari, sedangkan remaja perempuan dengan berat 52 kg dan tinggi 159 cm membutuhkan sekitar 65 gram per hari. Protein berperan penting dalam proses pertumbuhan, perbaikan jaringan, serta perkembangan massa otot, sehingga kebutuhan hariannya perlu disesuaikan dengan kondisi fisik dan jenis kelamin.

3. Lemak

Lemak merupakan zat gizi makro yang paling padat energi dengan kontribusi 9 kkal per gram, berfungsi sebagai cadangan energi, pelindung organ, komponen membran sel, serta pengangkut vitamin larut lemak (A, D, E, dan K). Mozaffarian et al. (2022) menjelaskan bahwa lemak tidak hanya berfungsi sebagai penyimpan energi, tetapi juga berperan dalam regulasi hormon, modulasi inflamasi, dan kesehatan metabolik jangka panjang. Perbedaan kualitas lemak (jenuh vs tidak jenuh) sangat menentukan dampaknya terhadap kesehatan tubuh.

Lemak jenuh banyak ditemukan pada daging merah, mentega, santan, dan produk olahan susu berlemak tinggi. Sebaliknya, lemak tak jenuh (MUFA dan PUFA) terdapat pada minyak zaitun, kacang-kacangan, biji-bijian, alpukat, serta ikan berlemak seperti salmon dan tuna. Mozaffarian et al. (2022) menjelaskan bahwa konsumsi lemak tak jenuh, terutama omega-3, memberikan efek protektif terhadap penyakit metabolik serta membantu menurunkan akumulasi lemak tubuh melalui peningkatan oksidasi lemak.

Adapun angka kecukupan kebutuhan yang dianjurkan untuk remaja usia 16 – 18 tahun di Indonesia yakni sebagai berikut:

Tabel 1.5 Angka Kecukupan Lemak

No	Jenis Kelamin	BB(Kg)	TB (cm)	Karbohidrat (g)
1	Laki – Laki	60	168	400
2	Perempuan	52	159	300

Sumber: Permenkes RI, 2019

Pada tabel 1.5 memaparkan kebutuhan lemak harian remaja berdasarkan jenis kelamin menurut Permenkes RI tahun 2019. Remaja laki-laki dengan berat 60 kg dan tinggi 168 cm memiliki kebutuhan lemak sebesar 85 gram per hari, sedangkan remaja perempuan dengan berat 52 kg dan tinggi 159 cm membutuhkan sekitar 70 gram per hari. Asupan lemak yang cukup berperan penting sebagai sumber energi, membantu penyerapan vitamin larut lemak, serta mendukung fungsi hormon dan pertumbuhan. Oleh karena itu, kecukupan lemak harian perlu disesuaikan dengan kondisi fisik dan jenis kelamin untuk mendukung kesehatan optimal.

Tabel 1.6 Sintesa Penelitian terkait Asupan Zat Gizi Makro

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
1	Yang, <i>et al.</i> (2023) https://doi.org/10.3390/nu15102307	<i>Association of Macronutrients Intake with Body Composition and Sarcopenic Obesity in Children and Adolescents: A Population-Based Analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2011–2018 - Nutrients</i>	Analisis berbasis populasi (Population-Based Analysis) dengan desain Studi Cross-sectional. Data diambil dari survei National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) di Amerika Serikat. Metode analisis menggunakan model regresi logistik multivariat untuk menguji hubungan antara asupan makronutrien (Lemak, Karbohidrat, Protein) dengan komposisi tubuh dan obesitas sarkopenia.	3.882 anak dan remaja (usia 8 hingga 18 tahun) dari data NHANES 2011–2018.	Proporsi asupan lemak dan karbohidrat yang tinggi berkorelasi signifikan dengan peningkatan massa lemak tubuh dan persentase lemak tubuh. Diet yang kaya lemak dan karbohidrat meningkatkan risiko obesitas sarkopenia pada anak dan remaja.
2	Ansokowati, A. P. (2022) https://doi.org/10.36085/avicenna.v17i1.2873	<i>Persentase Asupan Makronutrien Terhadap Total Energi Berdasarkan Status Overweight Dan Obesitas Pada Remaja Sma Negeri Kota</i>	Studi Observasional dengan desain cross-sectional. Data asupan zat gizi diperoleh dari Multiple 24-hour Recall. Penentuan status gizi (Overweight/Obesitas) didasarkan pada IMT/U (Indeks Massa Tubuh	204 remaja SMA (usia 16-18 tahun) di Yogyakarta, dibagi menjadi dua kelompok:	Status overweight dan obesitas pada remaja SMA di Yogyakarta dipengaruhi secara signifikan oleh persentase asupan lemak yang berlebihan dan

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
		Yogyakarta – <i>Jurnal Ilmiah Avicenna</i>	menurut Usia). Analisis menggunakan uji Mann Whitney untuk melihat perbedaan asupan antar kelompok.	102 subjek overweight/ obesitas dan 102 subjek normal.	persentase asupan karbohidrat yang lebih rendah (relatif, dibandingkan kelompok normal), dengan persentase asupan protein yang tidak berbeda.
3	Oukheda, et al. (2023) https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1268369	<i>Association between nutritional status, body composition, and fitness level of adolescents in physical education in Casablanca, Morocco - Frontiers in Nutrition</i>	Studi Observasional dengan desain cross-sectional. Status gizi dinilai menggunakan IMT/U (Indeks Massa Tubuh menurut Usia). Komposisi tubuh dinilai menggunakan rumus Deurenberg et al. (berdasarkan ketebalan lipatan kulit/ skinfold thickness). Tingkat kebugaran diukur menggunakan serangkaian tes kebugaran. Analisis menggunakan uji statistik ANOVA, Kruskal-Wallis, dan Regresi Logistik.	590 remaja (usia 16–18 tahun) yang merupakan siswa pendidikan jasmani di Casablanca, Maroko.	Semua parameter kebugaran (seperti daya tahan kardiorespirasi, kekuatan, dan kecepatan) menurun secara signifikan seiring dengan peningkatan status gizi dari normal menjadi overweight dan obesitas. Remaja obesitas memiliki skor kebugaran terendah.
4	Wahyuningtyas et al. (2024)	<i>Hubungan Asupan Karbohidrat dan</i>	Studi Observasional dengan desain cross-	123 mahasiswa	Status gizi (yang dicerminkan oleh

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
	https://doi.org/10.38035/rrj.v7i1	<i>Status Gizi dengan Kebugaran Jasmani pada Mahasiswa Pendidikan Jasmani Universitas Muhammadiyah Surakarta - Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development</i>	<i>sectional</i> . Asupan karbohidrat diukur menggunakan <i>Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire</i> (SQ-FFQ) dan <i>Food Recall</i> 24 Jam. Status gizi dinilai menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). Kebugaran jasmani diukur menggunakan Tes Kebugaran Jasmani Indonesia (TKJI). Analisis menggunakan uji Korelasi Rank Spearman.	Pendidikan Jasmani (usia 18–25 tahun) di Universitas Muhammadiyah Surakarta.	IMT) secara signifikan memengaruhi kebugaran jasmani, sementara asupan karbohidrat tidak menunjukkan hubungan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa kelebihan berat badan/obesitas adalah faktor penghambat utama kebugaran fisik mahasiswa.
5	Mozaffarian et al. (2022)	<i>Fat Quality and Cardiovascular Disease Prevention - The Lancet Diabetes & Endocrinology</i>	Tinjauan Sistematis (Systematic Review) dengan kriteria inklusi: meta-analisis dari Uji Klinis Terkontrol Acak (Randomized Clinical Trials / RCTs) dan studi kohort prospektif. Kualitas bukti (Quality of Evidence) dievaluasi menggunakan	Menganalisis bukti dari berbagai meta-analisis yang menguji hubungan antara 58 faktor diet	Konsumsi tinggi sayuran, biji-bijian utuh (whole grains), kacang-kacangan (nuts), seafood omega-3, dan yoghurt secara signifikan terkait dengan penurunan

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
			metodologi GRADE (menilai konsistensi, presisi, dose-response, plausibility, dll.).	spesifik (makanan dan nutrisi) dengan hasil penyakit kardiometabolik (CMD), yaitu Penyakit Kardiovaskular (CVD) dan Diabetes.	risiko CVD dan/atau Diabetes.

Tabel diatas menyoroti bagaimana proporsi makronutrien memengaruhi komposisi tubuh dan kebugaran. Hasil analisis populasi menunjukkan bahwa proporsi asupan lemak dan karbohidrat yang tinggi berkorelasi signifikan dengan peningkatan massa lemak dan persentase lemak tubuh, serta meningkatkan risiko obesitas sarkopenia pada anak dan remaja. Khususnya pada remaja SMA di Yogyakarta, status overweight dan obesitas dipengaruhi secara signifikan oleh persentase asupan lemak yang berlebihan, dengan persentase asupan karbohidrat yang relatif lebih rendah (dibanding kelompok normal). Penting untuk dicatat bahwa status gizi yang buruk, yaitu overweight dan obesitas (dinilai berdasarkan IMT), secara signifikan menurunkan semua parameter kebugaran jasmani seperti daya tahan kardiorespirasi, kekuatan, dan kecepatan, menjadikan remaja obesitas memiliki skor kebugaran terendah. Ini menunjukkan bahwa kelebihan berat badan/obesitas adalah faktor penghambat utama kebugaran fisik, sementara asupan karbohidrat tunggal tidak menunjukkan hubungan signifikan. Terakhir, tinjauan sistematis menegaskan bahwa pola diet yang kaya akan makanan tertentu seperti sayuran, biji-bijian utuh (*whole grains*), kacang-kacangan, *seafood* omega-3, dan yoghurt, terkait erat dengan penurunan risiko penyakit kardiometabolik seperti CVD dan Diabetes.

1.2.3 Tinjauan Umum tentang Persentase Lemak Tubuh

A. Definisi Persentase Lemak Tubuh

Persentase lemak tubuh (*body fat percentage*) merupakan ukuran proporsi total lemak dalam tubuh dibandingkan dengan massa total tubuh seseorang. Komponen ini mencerminkan keseimbangan antara jaringan lemak (*fat mass*) dan jaringan tanpa lemak (*fat-free mass*), yang terdiri dari otot, tulang, dan cairan tubuh (Almatsier, 2020). Menurut Heymsfield *et al.* (2021), persentase lemak tubuh menjadi indikator penting dalam menilai status gizi karena mampu memberikan gambaran lebih akurat mengenai komposisi tubuh dibandingkan hanya mengandalkan indeks massa tubuh (IMT). Nilai persentase lemak tubuh yang normal menunjukkan keseimbangan metabolik, sementara kadar yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengindikasikan masalah gizi.

Dalam konteks fisiologi, lemak tubuh berfungsi sebagai cadangan energi, pelindung organ vital, serta pengatur suhu tubuh. Namun, akumulasi lemak berlebih terutama di daerah viseral dapat meningkatkan risiko gangguan metabolik seperti resistensi insulin dan dislipidemia (Lustig *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pengukuran persentase lemak tubuh menjadi penting untuk menilai risiko kesehatan yang tidak dapat diidentifikasi hanya dari berat badan. Penggunaan parameter ini juga relevan dalam penelitian gizi dan kesehatan masyarakat, terutama dalam pemantauan status gizi remaja yang rentan terhadap perubahan komposisi tubuh akibat faktor hormonal dan gaya hidup.

Menurut Wells & Fewtrell (2021), nilai persentase lemak tubuh normal bervariasi berdasarkan usia, jenis kelamin, dan ras. Pada remaja akhir, kisaran normal lemak tubuh adalah 15–20% untuk laki-laki dan 25–30% untuk perempuan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor hormonal seperti estrogen dan testosteron yang memengaruhi distribusi lemak tubuh. Kelebihan lemak tubuh di atas batas normal dapat menyebabkan obesitas, sedangkan kekurangan lemak tubuh dapat menimbulkan gangguan hormon, gangguan menstruasi, dan penurunan daya tahan tubuh.

Selain itu, persentase lemak tubuh juga menjadi salah satu komponen penting dalam penilaian status gizi dan kebugaran fisik. Pescari et al (2024) menyatakan bahwa penilaian ini lebih relevan dalam menentukan risiko penyakit metabolik dibandingkan IMT karena dapat membedakan berat badan yang berasal dari massa otot atau lemak. Misalnya, dua individu dengan IMT sama bisa memiliki risiko kesehatan yang berbeda tergantung pada distribusi lemak tubuhnya. Oleh karena itu, pengukuran komposisi tubuh menjadi pendekatan yang lebih akurat dalam menilai kesehatan metabolik dan gizi individu.

Persentase lemak tubuh juga digunakan sebagai indikator efektivitas intervensi gizi dan aktivitas fisik. Romero-Corral et al. (2023) menjelaskan bahwa perubahan kecil pada persentase lemak tubuh, bahkan tanpa penurunan berat badan signifikan, dapat memperbaiki profil lipid dan sensitivitas insulin. Dengan demikian, pemantauan persentase lemak tubuh secara rutin dapat membantu dalam upaya pencegahan obesitas dan promosi gaya hidup sehat. Hal ini menjadikan persentase lemak tubuh sebagai parameter penting dalam studi nutrisi, olahraga, dan kesehatan metabolik modern.

B. Klasifikasi Persentase Lemak Tubuh

Klasifikasi persentase lemak tubuh digunakan untuk menentukan apakah seseorang berada dalam kategori kekurangan, normal, berlebih, atau obesitas berdasarkan proporsi jaringan lemak dalam tubuh. Menurut *American Council on Exercise (ACE, 2022)*, kisaran persentase lemak tubuh normal bagi remaja laki-laki adalah 10–20%, sedangkan untuk perempuan 20–30%. Nilai di bawah rentang tersebut dikategorikan sebagai underfat, sementara nilai di atas 30% untuk perempuan dan 25% untuk laki-laki termasuk kategori overfat atau obesitas. Klasifikasi ini memperhitungkan perbedaan fisiologis antara jenis kelamin, di mana perempuan secara alami memiliki proporsi lemak tubuh lebih tinggi untuk mendukung fungsi reproduksi dan hormonal.

World Health Organization (WHO, 2023) menambahkan bahwa klasifikasi lemak tubuh tidak hanya berdasarkan jumlah total lemak, tetapi juga distribusinya. Lemak subkutan (di bawah kulit) cenderung kurang berbahaya dibandingkan lemak viseral (di sekitar organ dalam). Lemak viseral memiliki aktivitas metabolik tinggi dan berperan besar dalam peningkatan risiko sindrom metabolik,

hipertensi, serta resistensi insulin. Oleh karena itu, klasifikasi lemak tubuh modern kini tidak hanya menilai total lemak, tetapi juga memperhatikan distribusi spasial lemak sebagai indikator kesehatan yang lebih komprehensif.

Dalam penelitian nutrisi dan kebugaran, beberapa metode pengukuran digunakan untuk menentukan klasifikasi lemak tubuh, termasuk *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA), *Dual-Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA), dan *Skinfold Caliper* (Thajer et al., 2025). Kyle et al. (2021) menjelaskan bahwa BIA menjadi pilihan populer karena non-invasif, cepat, dan memiliki akurasi yang baik untuk studi populasi. Berdasarkan hasil pengukuran, klasifikasi lemak tubuh biasanya disesuaikan dengan referensi usia dan jenis kelamin. Misalnya, remaja laki-laki dengan lemak tubuh >25% dan perempuan >32% tergolong obesitas menurut standar Asia Pasifik (Asian BMI Guidelines, 2020).

Selain standar internasional, Indonesia juga memiliki acuan lokal yang disesuaikan dengan karakteristik populasi. Kemenkes RI (2019) menyebutkan bahwa pengukuran lemak tubuh digunakan sebagai indikator tambahan dalam menilai status gizi individu, terutama pada remaja dan dewasa muda. Hal ini penting karena indeks massa tubuh (IMT) tidak selalu dapat membedakan massa lemak dan massa otot. Oleh sebab itu, klasifikasi persentase lemak tubuh memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kondisi gizi seseorang dan risiko kesehatan yang mungkin timbul.

Lebih lanjut, Gallagher et al. (2023) menyoroti bahwa klasifikasi lemak tubuh juga perlu mempertimbangkan faktor etnis, karena populasi Asia cenderung memiliki proporsi lemak tubuh lebih tinggi dibandingkan populasi Eropa dengan IMT yang sama. Hal ini membuat batas normal lemak tubuh di Asia harus disesuaikan agar dapat mencerminkan risiko kesehatan yang sebenarnya. Penyesuaian klasifikasi ini membantu meningkatkan akurasi diagnosis obesitas dan menurunkan risiko salah interpretasi dalam penelitian gizi lintas populasi. Oleh karena itu, pendekatan klasifikasi yang kontekstual dan berbasis etnis sangat penting dalam menentukan status lemak tubuh yang sehat dan berisiko.

C. Pengukuran Persentase Lemak Tubuh

Pengukuran persentase lemak tubuh merupakan metode untuk menilai komposisi tubuh secara lebih akurat dibandingkan hanya mengandalkan indeks massa tubuh (IMT). Tujuannya adalah untuk mengetahui proporsi massa lemak dan massa bebas lemak, yang mencerminkan keseimbangan energi dan risiko metabolik seseorang (Almatsier, 2020). Berbagai teknik pengukuran telah dikembangkan, mulai dari metode sederhana seperti pengukuran tebal lipatan kulit (*skinfold thickness*) hingga metode canggih seperti *Dual-Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA) dan *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA). Menurut Heymsfield et al. (2021),

pemilihan metode pengukuran tergantung pada tujuan penelitian, ketersediaan alat, serta tingkat akurasi yang dibutuhkan.

Metode *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) menjadi salah satu teknik yang paling banyak digunakan karena praktis, cepat, non-invasif, dan aman. Prinsip kerja BIA adalah mengalirkan arus listrik lemah ke dalam tubuh untuk mengukur resistansi jaringan tubuh terhadap aliran listrik. Lemak memiliki hambatan listrik lebih besar dibandingkan jaringan tanpa lemak, sehingga dapat dihitung proporsinya. Kyle et al. (2021) menyatakan bahwa BIA memiliki korelasi kuat dengan hasil DEXA, sehingga dianggap cukup valid untuk penelitian lapangan. Namun, hasil pengukuran BIA dapat dipengaruhi oleh hidrasi tubuh, suhu, dan waktu pengukuran, sehingga perlu dilakukan standarisasi kondisi saat pengambilan data.

Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) merupakan metode non-invasif untuk menilai komposisi tubuh melalui pengukuran hambatan listrik jaringan, yang hasilnya sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis dan teknis saat pemeriksaan (Branco et al., 2023). Penggunaan benda berbahan logam, termasuk jam tangan atau smartwatch, kacamata serta gelang tidak dianjurkan karena dapat mengganggu dan memengaruhi hasil pengukuran (Syagata et al., 2025). Menstruasi bukan merupakan kontraindikasi mutlak dalam pengukuran BIA, meskipun perubahan hormon dan retensi cairan selama siklus menstruasi berpotensi memengaruhi parameter tertentu seperti total *body water*, sehingga kondisi tersebut perlu dicatat terutama pada pengukuran berulang (Cumberledge et al., 2018).

Metode lain yang juga sering digunakan adalah DEXA yang bekerja dengan memanfaatkan sinar X dosis rendah untuk membedakan jaringan tulang, otot, dan lemak secara akurat. DEXA dianggap sebagai gold standard dalam analisis komposisi tubuh karena memiliki tingkat akurasi tinggi (kesalahan <2%). Namun, penggunaannya terbatas karena biaya yang mahal dan memerlukan fasilitas khusus (Norgan, 2022). Alternatif lain seperti pengukuran lipatan kulit menggunakan skinfold caliper juga banyak digunakan dalam penelitian gizi karena lebih sederhana dan murah, meskipun tingkat akurasinya lebih rendah dan sangat tergantung pada keterampilan pengukur (Jackson & Pollock, 2020).

Selain ketiga metode tersebut, terdapat pula *Air Displacement Plethysmography* (ADP) dan *Hydrostatic Weighing* yang bekerja berdasarkan prinsip densitas tubuh. ADP menggunakan udara untuk memperkirakan volume tubuh, sedangkan hydrostatic weighing mengukur berat badan di dalam air untuk menghitung kepadatan tubuh total. Menurut Ramadhan et al. (2024), kedua metode ini memberikan hasil akurat namun memerlukan fasilitas laboratorium yang memadai. Dalam praktik klinis dan penelitian gizi di lapangan, BIA sering menjadi pilihan utama karena efisien dan mampu memberikan estimasi yang cukup valid terhadap persentase lemak tubuh remaja.

Metode *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode pengukuran komposisi tubuh lainnya seperti IMT, DEXA, dan *Air Displacement Plethysmography* (ADP). Tidak seperti IMT yang hanya mengukur rasio berat dan tinggi tanpa membedakan massa lemak dan massa bebas lemak, BIA mampu memberikan estimasi langsung mengenai persentase lemak tubuh sehingga lebih akurat dalam mengidentifikasi risiko obesitas tersembunyi. Dibandingkan DEXA dan ADP yang dikenal sangat akurat namun memerlukan peralatan mahal, waktu pemeriksaan lebih lama, serta membutuhkan tenaga terlatih dengan fasilitas khusus, BIA jauh lebih praktis, portabel, cepat, dan mudah digunakan di setting lapangan seperti sekolah. Selain itu, BIA tidak melibatkan radiasi seperti pada DEXA dan tidak menuntut prosedur yang kompleks seperti ADP, sehingga lebih nyaman dan aman untuk digunakan pada populasi remaja. Kombinasi antara efisiensi waktu, biaya yang lebih rendah, keamanan, serta kemudahan operasional menjadikan BIA sebagai metode yang paling sesuai untuk penelitian dengan cakupan sampel besar dan lokasi yang beragam seperti sekolah.

Penggunaan alat seperti *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) kini semakin populer karena mudah dioperasikan dan memiliki tingkat reliabilitas yang baik untuk populasi remaja. De Morais et al. (2023) melaporkan bahwa hasil pengukuran BIA menunjukkan kesesuaian yang baik dengan DEXA (rata-rata deviasi <3%). Namun, disarankan agar pengukuran dilakukan pada kondisi standar, seperti perut kosong, tanpa olahraga berat sebelumnya, dan dengan hidrasi tubuh normal. Dengan demikian, pemilihan metode pengukuran yang tepat dapat memastikan hasil yang valid dan reliabel dalam menilai status gizi dan komposisi tubuh pada remaja.

D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persentase Lemak Tubuh

Persentase lemak tubuh dipengaruhi oleh berbagai faktor biologis, perilaku, dan lingkungan yang saling berinteraksi. Faktor utama yang memengaruhi komposisi tubuh seseorang adalah asupan energi dan aktivitas fisik. Kelebihan energi dari makanan yang tidak digunakan untuk aktivitas akan disimpan dalam bentuk lemak tubuh. Menurut Hall *et al.* (2021), keseimbangan energi positif yang terjadi secara kronis menyebabkan peningkatan massa lemak, terutama pada jaringan viseral. Sebaliknya, defisit energi yang berkepanjangan dapat menurunkan persentase lemak tubuh namun juga berisiko menyebabkan kehilangan massa otot. Oleh karena itu, keseimbangan antara asupan dan pengeluaran energi sangat penting untuk menjaga komposisi tubuh yang sehat.

Jenis kelamin dan usia juga berperan besar dalam menentukan distribusi dan jumlah lemak tubuh. Wulansari & Kasyani (2021) menyatakan bahwa perempuan memiliki proporsi lemak tubuh lebih tinggi dibandingkan laki-laki karena pengaruh hormon estrogen

yang berfungsi menyimpan energi untuk proses reproduksi. Sementara itu, pada laki-laki, hormon testosteron berperan dalam meningkatkan massa otot dan menurunkan akumulasi lemak. Seiring bertambahnya usia, metabolisme basal menurun sehingga risiko penumpukan lemak meningkat, terutama di area abdomen. Hal ini menjelaskan mengapa remaja akhir yang mulai mengalami perubahan hormonal perlu menjaga pola makan dan aktivitas fisik untuk mencegah kenaikan lemak tubuh yang berlebih.

Selain faktor biologis, pola makan dan kualitas gizi juga sangat memengaruhi persentase lemak tubuh. Diet tinggi lemak jenuh, gula sederhana, dan makanan olahan berhubungan dengan peningkatan lemak visceral dan risiko obesitas. Mozaffarian *et al.* (2022) melaporkan bahwa konsumsi tinggi asam lemak jenuh meningkatkan risiko resistensi insulin, sementara konsumsi lemak tak jenuh dari ikan dan kacang-kacangan membantu menurunkan lemak tubuh total. García-Gavilán *et al.* (2023) juga menunjukkan bahwa diet Mediterania yang kaya lemak sehat dan serat dapat menurunkan persentase lemak tubuh hingga 3% dalam 12 minggu. Oleh karena itu, pengaturan komposisi makanan memegang peranan penting dalam menjaga keseimbangan lemak tubuh remaja.

Faktor genetik dan hormonal juga berperan dalam menentukan kemampuan tubuh untuk menyimpan dan memobilisasi lemak. Loos & Yeo (2022) menjelaskan bahwa variasi genetik pada gen FTO, LEP, dan MC4R berhubungan dengan peningkatan risiko obesitas dan persentase lemak tubuh yang lebih tinggi. Selain itu, gangguan hormonal seperti hipotiroidisme, resistensi insulin, atau sindrom ovarium polikistik (PCOS) dapat menyebabkan penumpukan lemak tubuh secara berlebih, terutama pada perempuan. Faktor genetik ini tidak dapat diubah, namun dampaknya dapat diminimalkan melalui pola hidup sehat, aktivitas fisik rutin, dan pengaturan asupan energi yang seimbang.

Selain faktor internal, lingkungan dan gaya hidup juga memiliki pengaruh besar terhadap persentase lemak tubuh. Nguyen *et al.* (2023) menemukan bahwa durasi tidur yang kurang dari 6 jam per malam dan waktu layar (*screen time*) yang tinggi berhubungan dengan peningkatan lemak tubuh pada remaja. Paparan stres kronis juga dapat meningkatkan sekresi kortisol yang memicu penyimpanan lemak di daerah perut. Kurangnya aktivitas fisik, konsumsi makanan cepat saji, dan gaya hidup sedentari yang meningkat selama era digital turut memperparah masalah ini. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang mencakup perbaikan perilaku, lingkungan, dan edukasi gizi diperlukan untuk menekan peningkatan lemak tubuh pada populasi muda.

Tabel 1.7 Sintesa Penelitian terkait Persentase Lemak Tubuh

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
1	Thajer <i>et al.</i> , (2025) https://doi.org/10.3390/nu17060971	<i>Comparing Bioelectrical Impedance Analysis, Air Displacement Plethysmography, and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for Body Composition in Pediatric Obesity Nutrients</i>	Studi komparatif dan validasi. Membandingkan tiga metode pengukuran komposisi tubuh: 1. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) (menggunakan perangkat TANITA dan BIACORPUS), 2. Air Displacement Plethysmography (BODPOD/ADP), dan 3. Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA), di mana DXA digunakan sebagai standar emas (gold standard).	26 pasien pediatrik (anak-anak/remaja) dengan obesitas (Rata-rata BMI: 35.6 ± 6.9 kg/m ²).	Ada perbedaan signifikan antara semua metode pengukuran komposisi tubuh yang diuji ($p < 0.05$). TANITA adalah metode BIA yang paling sebanding dengan standar emas (DXA). BODPOD menunjukkan perbedaan moderat dengan DXA. BIACORPUS menunjukkan perbedaan yang paling signifikan dengan DXA.
2	De Morais <i>et al.</i> , (2023)	<i>Body Fat Is Superior to Body Mass Index in Predicting Cardiometabolic</i>	Studi cross-sectional. Menggunakan Kurva Karakteristik Operasi Penerima (ROC Curve) dan analisis regresi	706 remaja usia 10- 19 tahun	Persen Lemak Tubuh menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan

No	Peneliti (Tahun dan Sumber Jurnal)	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
	https://doi.org/10.3390/ijerph20032074	<i>Risk Factors in Adolescents</i> <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>	logistik untuk membandingkan kapasitas prediksi Persen Lemak Tubuh (%Body Fat) dan Indeks Massa Tubuh (IMT) dalam mengidentifikasi faktor risiko kardiometabolik (seperti tekanan darah, kadar glukosa, dan profil lipid).		IMT dalam memprediksi sebagian besar faktor risiko kardiometabolik, terutama: 1) Tekanan darah tinggi, 2) Rasio Trigliserida/Kolesterol HDL tinggi, dan 3) Resistensi Insulin (dihitung menggunakan HOMA-IR). Persen Lemak Tubuh memiliki area terbesar di bawah kurva ROC.
3	Ramadan <i>et al.</i> , (2024) https://gelinkes.poltkesmasdepkes-sby.ac.id/index.php/gelinkes/article/view/171/61	<i>Energy, Fat, Carbohydrate Adequacy, Physical Activity: Relation to Nutrition Students' Body Fat Percentage</i>	Desain cross-sectional. Data dikumpulkan menggunakan 3x24-hour Food Record untuk asupan diet, IPAQ Short Form untuk aktivitas fisik, dan pengukuran persentase lemak tubuh	111 responden (mahasiswa gizi), dipilih melalui cluster random sampling di Universitas Negeri Surabaya.	Proporsi Kecukupan Lemak diperoleh terdapat hubungan positif yang signifikan dengan persentase lemak tubuh. Semakin tinggi

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
		<i>Gema Lingkungan Kesehatan</i>	menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Analisis bivariat menggunakan Spearman Rank Correlation.		kecukupan/kelebihan asupan lemak, semakin tinggi persentase lemak tubuhnya. Pada Aktivitas Fisik diperoleh Terdapat hubungan negatif yang signifikan dengan persentase lemak tubuh. Semakin tinggi tingkat aktivitas fisik, semakin rendah persentase lemak tubuhnya.
4	Pescari et al. (2024) https://doi.org/10.3390/nu16193291	<i>Comparative Analysis of Dietary Habits and Obesity Prediction: Body Mass Index versus Body Fat Percentage Classification Using</i>	Studi Observasional dengan desain cross-sectional. Menggunakan kuesioner FFQ (Food Frequency Questionnaire) untuk kebiasaan diet. Obesitas diklasifikasikan berdasarkan dua metode: 1. Indeks Massa Tubuh (IMT) dan 2. Persentase	173 orang dewasa muda dari populasi umum, usia rata-rata 20.4 tahun.	Klasifikasi obesitas berdasarkan Persentase Lemak Tubuh (diukur dengan BIA) adalah indikator yang lebih unggul daripada klasifikasi berdasarkan IMT dalam mengaitkan

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
		<i>Bioelectrical Impedance Analysis - Nutrients</i>	Lemak Tubuh (% Body Fat) diukur dengan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Analisis menggunakan regresi logistik dan korelasi untuk memprediksi obesitas berdasarkan kebiasaan diet.		kebiasaan diet yang buruk (seperti konsumsi fast food yang tinggi) dengan risiko obesitas. Hal ini menekankan perlunya menggunakan pengukuran komposisi tubuh yang lebih akurat daripada hanya mengandalkan berat badan (IMT).
5	Wulansari & Kasyani (2021) http://jab.ubr.ac.id/index.php/jab/article/view/339	<i>Keragaman Status Gizi dan Persentase Lemak Tubuh Mahasiswa Baru STIKes Baiturrahim - Jurnal Akademka Baiturrahim Jambi (JABJ)</i>	Studi Observasional dengan desain <i>cross-sectional</i> . Status gizi dinilai menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT). Persentase lemak tubuh diukur menggunakan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Penelitian ini adalah penelitian	148 mahasiswa baru STIKes Baiturrahim Jambi angkatan 2020.	Meskipun mayoritas mahasiswa memiliki status gizi dan persentase lemak tubuh normal, proporsi individu dengan obesitas/kelebihan lemak tubuh (sekitar 1 dari 4 mahasiswa) cukup

No	Peneliti (Tahun) dan Sumber Jurnal	Jurnal dan Nama Jurnal	Desain Penelitian dan Metode Analisis	Sampel	Temuan
			deskriptif untuk menggambarkan keragaman status gizi dan persentase lemak tubuh.		tinggi. Pengukuran persentase lemak tubuh memberikan informasi yang lebih detail tentang risiko kesehatan dibandingkan hanya menggunakan IMT.

Tabel diatas menekankan superioritas Persentase Lemak Tubuh (%Body Fat) sebagai indikator kesehatan dibandingkan dengan Indeks Massa Tubuh (IMT). Penelitian komparatif menemukan bahwa %Body Fat menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan IMT dalam memprediksi sebagian besar faktor risiko kardiometabolik, termasuk tekanan darah tinggi dan resistensi insulin. Dalam konteks memprediksi risiko, klasifikasi obesitas berdasarkan %Body Fat (diukur menggunakan *Bioelectrical Impedance Analysis* atau BIA) adalah indikator yang lebih unggul dibandingkan klasifikasi berdasarkan IMT dalam mengaitkan kebiasaan diet yang buruk (seperti konsumsi fast food tinggi) dengan risiko obesitas. Secara metodologis, meskipun ada perbedaan signifikan antar metode pengukuran komposisi tubuh, perangkat BIA tertentu (TANITA) dianggap paling sebanding dengan standar emas *Dual-Energy X-ray Absorptiometry* (DXA). Mengenai faktor penentu, ditemukan hubungan positif yang signifikan antara proporsi kecukupan atau kelebihan asupan lemak dengan persentase lemak tubuh. Sebaliknya, terdapat hubungan negatif yang signifikan antara tingkat aktivitas fisik dan persentase lemak tubuh. Hal ini memperkuat pandangan bahwa pengukuran persentase lemak tubuh memberikan informasi yang lebih detail tentang risiko kesehatan dibandingkan hanya menggunakan IMT.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yakni bagaimana hubungan asupan energi dan zat gizi makro dengan persentase lemak tubuh pada remaja di SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Mengetahui hubungan asupan energi dan zat gizi makro dengan persentase lemak tubuh pada remaja di SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui gambaran asupan energi dan zat gizi makro pada remaja di SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar.
2. Untuk menganalisis hubungan antara asupan energi dengan persentase lemak tubuh pada remaja di SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar.
3. Untuk menganalisis hubungan antara asupan zat gizi makro dengan persentase lemak tubuh pada remaja di SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Ilmiah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang gizi remaja, khususnya mengenai hubungan antara asupan energi dan zat gizi makro seperti protein, lemak, dan karbohidrat dengan komposisi tubuh, dalam hal ini

persentase lemak tubuh. Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan awal bagi peneliti lain yang tertarik meneliti faktor-faktor yang memengaruhi status gizi pada remaja. Selain itu, temuan ini juga dapat memperkuat pemahaman teoritis terkait pentingnya keseimbangan asupan energi dan zat gizi makro dalam masa pertumbuhan dan perkembangan remaja.

1.5.2 Manfaat Institusi

Bagi pihak sekolah, khususnya SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam mengidentifikasi pola asupan energi dan zat gizi makro siswa yang berhubungan dengan meningkatnya persentase lemak tubuh. Informasi ini membantu sekolah melakukan pemantauan dini terhadap risiko kelebihan lemak tubuh atau obesitas pada remaja, sehingga dapat diarahkan pada strategi preventif yang lebih efektif di lingkungan sekolah.

1.5.3 Manfaat Praktis

Bagi peneliti penelitian ini memberikan pengalaman langsung dalam mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data terkait gizi dan status kesehatan remaja. Penelitian ini juga dapat meningkatkan kemampuan peneliti dalam menyusun karya ilmiah yang sesuai dengan kaidah metodologi penelitian gizi. Lebih dari itu, proses penelitian ini menjadi bentuk kontribusi kecil peneliti terhadap peningkatan literasi gizi dan kesadaran pentingnya konsumsi makanan seimbang pada kelompok usia sekolah menengah.

1.6 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Tabel 1.8 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala
Persentase Lemak Tubuh	Persentase jaringan lemak dalam tubuh responden yang diukur menggunakan alat Tanita BIA.	Tanita <i>Bioelectrical Impedance Analysis</i> (BIA)	1) Laki-laki - Rendah $\leq 8\%$ - Normal $>8 - \leq 22\%$ - Tinggi $>22\%$ 2) Perempuan - Rendah $\leq 19\%$ - Normal $>19 - \leq 36\%$ - Tinggi $>36\%$ (Gallagher et al., 2000)	Ordinal

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala
			Berdasarkan pengkategorian persentase lemak tubuh menurut Gallagher et al. (2000), subjek penelitian kemudian dikelompokkan ke dalam dua kategori risiko, yaitu: 1) Berisiko Rendah, meliputi kategori rendah dan normal Berisiko Tinggi, meliputi kategori tinggi	
Asupan Energi	Jumlah total energi (kkal) yang dikonsumsi responden dalam 24 jam terakhir berdasarkan recall 1x24 jam.	Formulir <i>food recall</i> 1x24 jam	- Kurang: <80% AKG - Cukup: 80–110% AKG - Lebih: >110% AKG (WNPG, 2004)	Ordinal
Asupan Zat Gizi Makro	Jumlah asupan zat gizi makro yakni protein, lemak, dan karbohidrat (gram) yang dikonsumsi responden dalam 24 jam terakhir	Formulir <i>food recall</i> 1x24 jam	- Kurang: <80% AKG - Cukup: 80–110% AKG - Lebih: >110% AKG (WNPG, 2004)	Ordinal

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria Objektif	Skala
	berdasarkan recall 1x24 jam.			

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah studi kuantitatif dengan menggunakan pendekatan analitik observasional dan desain *cross-sectional* yang merupakan bagian dari penelitian besar dengan judul “Pengaruh Lingkungan Sekolah Obesogenik terhadap Komposisi Tubuh (% *Body Fat*) Siswa SMA di Kota Makassar”. Adapun Desain ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara asupan energi dan zat gizi makro dengan persentase lemak tubuh pada remaja di SMAN 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar.

2.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di sekolah yang ada di Kota Makassar yakni SMAN 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar. Waktu pelaksanaan penelitian adalah pada bulan Agustus hingga Oktober tahun 2025.

2.3 Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini yakni SMA Negeri 9 Makassar yang berjumlah 1.188 siswa dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar berjumlah 102 siswa. Total populasi dari kedua sekolah tersebut yakni sebanyak 1.290 siswa.

2. Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah siswa(i) SMAN 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi

a. Kriteria Inklusi

- 1) Remaja yang berusia 14 sampai 18 tahun
- 2) Terdaftar sebagai siswa aktif di SMAN 9 Makassar atau SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar.
- 3) Hadir di sekolah pada saat hari pengambilan data.
- 4) Bersedia menjadi responden dan menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*), serta mendapat izin dari orang tua/wali bila disyaratkan sekolah.

b. Kriteria Eksklusi

- 1) Memiliki riwayat penyakit kronis yang dapat memengaruhi komposisi tubuh, seperti: penyakit ginjal kronis, gangguan endokrin (misalnya hipertiroid berat, *Cushing*), atau penyakit kronis lain yang memengaruhi status gizi.
- 2) Sedang mengonsumsi obat-obatan atau menjalani diet khusus yang dapat mengubah metabolisme dan komposisi tubuh
- 3) Mengalami kondisi yang mengganggu proses pengukuran persentase lemak tubuh (misalnya tidak kooperatif, menolak pengukuran, atau terdapat alat medis/logam tertentu yang mengganggu alat ukur bila menggunakan BIA).

- 4) Data hasil pengukuran tidak lengkap atau tidak dapat digunakan (misalnya formulir kuesioner tidak terisi penuh, atau pengukuran lemak tubuh gagal).

Adapun teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *proportional stratified random sampling*. Teknik ini digunakan karena populasi penelitian berasal dari dua sekolah yang memiliki jumlah siswa berbeda, sehingga diperlukan pembagian sampel yang proporsional sesuai jumlah siswa pada masing-masing sekolah. Total populasi penelitian adalah 1.290 siswa yang terdiri dari SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar sebanyak 102 siswa dan SMAN 9 Makassar sebanyak 1.188 siswa. Besar sampel dihitung menggunakan rumus besar sampel proporsi (*lemeshow*) dengan koreksi populasi terbatas (*finite population correction*).

$$n = \frac{N \left(\frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2} \right)}{N + \left(\frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2} \right) - 1} = \frac{1290 \left(\frac{(1,88)^2 \cdot 0,5 \cdot (1-0,5)}{(0,06)^2} \right)}{1290 + \left(\frac{(1,88)^2 \cdot 0,5 \cdot (1-0,5)}{(0,06)^2} \right) - 1} \approx 207 \text{ responden}$$

Keterangan:

$Z_{\alpha/2}$ = Tingkat kepercayaan 94% (1,88)

p = 0,5 (karena belum ada data sebelumnya, agar n maksimum)

d = *margin of error* 0,06 (6%)

N = Jumlah populasi di kedua sekolah 1.290

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh bahwa total sampel minimum yang perlu di peroleh yakni 207 responden.

2.4 Pengumpulan Data

2.4.1 Sumber Data

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui dua jenis sumber, yaitu data primer dan data sekunder, untuk memperoleh informasi yang komprehensif dan mendalam

1. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari responden melalui penyebaran kuesioner. Kuesioner ini dirancang untuk mengukur:

a. Data Identitas Responden

Meliputi biodata siswa SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar. Data ini disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase untuk menggambarkan karakteristik responden berdasarkan biodata yang telah diisi oleh responden

b. Asupan Energi dan Lemak

Data yang dikumpulkan dengan menggunakan metode *food recall* 24 jam, di mana responden diminta untuk mengingat kembali semua makanan dan minuman yang telah dikonsumsi selama 24 jam terakhir. Data itu kemudian diolah menggunakan data TKPI 2020 yang diinput kedalam *microsoft excel* untuk menghitung total asupan energi (kkal) dan zat gizi makro (gram). Kemudian hasilnya

dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk menentukan kategori tingkat kecukupan gizinya.

c. Persentase Lemak Tubuh

Untuk menilai persentase lemak tubuh, responden diukur menggunakan alat Tanita *Body Impedance Analyzer* (BIA), di mana responden diminta untuk berdiri di atas alat tanpa menggunakan alas kaki dan hasil persentase lemak tubuh tercatat otomatis pada layar alat.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber yang telah tersedia sebelumnya dan relevan dengan topik penelitian, antara lain:

- a. Data jumlah populasi siswa dari masing – masing sekolah (SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar) untuk penentuan sampel
- b. Data pendukung dari instansi pemerintah yakni Dinas Kesehatan dan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang memuat laporan dan publikasi terkait prevalensi obesitas pada remaja dan Angka Kecukupan Gizi (AKG)
- c. Literatur ilmiah seperti buku, jurnal nasional dan internasional yang berkaitan dengan asupan energi, lemak, dan persentase lemak tubuh pada remaja.

2.4.2 Instrument Penelitian

Instrument penelitian merupakan alat yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data agar suatu variabel dapat diukur secara sistematis dan objektif. Adapun instrument yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Formulir *24 Hours Food Recall*

Formulir ini digunakan untuk mengumpulkan data kuantitatif mengenai jenis, jumlah, dan frekuensi makanan serta minuman yang dikonsumsi responden dalam 24 jam terakhir sehingga dapat dihitung total asupan energi, protein, lemak, dan karbohidrat. Data ini digunakan untuk menilai kecukupan zat gizi dan mengidentifikasi pola konsumsi responden.

2. *Food Model* (Buku Foto Makanan)

Alat ini memberikan visualisasi untuk menaksir atau memperkirakan ukuran porsi makanan yang dikonsumsi responden agar data *Food Recall* lebih akurat.

3. Stadiometer

Alat ini digunakan untuk mengukur tinggi badan responden secara akurat, yang selanjutnya digunakan sebagai komponen dalam perhitungan status gizi (IMT) dan sebagai informasi dasar dalam karakteristik subjek penelitian.

4. Alat Ukur Persentase Lemak Tubuh (Tanita BIA)

Alat ini digunakan untuk mengukur persentase lemak tubuh secara langsung menggunakan metode *Bioelectrical Impedance*

Analysis (BIA). Hasil ini menjadi variabel dependen utama dalam penelitian untuk melihat hubungan antara asupan energi dan zat gizi makro dengan komposisi tubuh remaja.

5. Alat Tulis

Alat ini digunakan untuk mencatat hasil pengukuran antropometri, hasil *recall*, identitas responden, dan setiap informasi penting selama proses pengambilan data agar data tersimpan dengan rapi dan dapat dianalisis dengan tepat.

6. Kamera Ponsel

Digunakan untuk merekam proses penelitian meliputi pengukuran, wawancara *recall*, dan kegiatan lapangan sebagai bukti bahwa prosedur penelitian dilakukan sesuai SOP, serta mendukung validitas data melalui bukti visual.

2.4.3 Prosedur Penelitian

1. SOP Pengukuran Tinggi Badan

- a. Menyiapkan alat, pastikan stadiometer terpasang pada dinding yang rata dan tegak lurus.
- b. Menganjurkan responden untuk melepas alas kaki, topi, atau aksesoris kepala.
- c. Mempersilahkan responden berdiri tegak di tempat pengukuran, menghadap lurus kedepan dengan kaki rapat, lutut lurus, tumit, pantat, dan bahu menyentuh dinding vertical. Kemudian tangan disamping badan dengan telapak tangan menghadap paha.
- d. Meminta subjek untuk menarik nafas panjang dan berdiri tegak tanpa mengangkat tumit untuk membantu menegakkan tulang belakang.
- e. Menarik tuas jendela baca stadiometer hingga menyentuh ujung kepala.
- f. Mata pengukur sejajar dengan alat penunjuk angka untuk menghindari kesalahan penglihatan. Catat tinggi badan pada skala 0,1 cm terdekat.
- g. Pengukuran selesai, responden dipersilahkan untuk memakai alas kaki kembali.
- h. Mencatat hasil di form data pengukuran.

2. SOP Pengukuran Berat Badan dan Persentase Lemak Tubuh

- a. Memastikan responden tidak memakai alas kaki, kaos kaki, gelang, jam tangan, cincin, atau perhiasan logam lainnya. Memastikan telapak kaki dalam keadaan kering. Untuk wanita, dianjurkan tidak melakukan pengukuran saat sedang haid karena dapat memengaruhi hasil pengukuran komposisi tubuh.
- b. Tekan tombol on/off saat elektroda tangan dipasang pada skala platform, "0.0" akan ditampilkan.
- c. Mulai pengaturan. Tekan tombol SET, unit akan berbunyi bip untuk mengonfirmasi aktivasi.

- d. Pilih nomor data pribadi. Tekan tombol Atas atau Bawah untuk memilih nomor data pribadi (1, 2, 3, 4, atau 5). Setelah Anda mencapai nomor data pribadi yang ingin digunakan, tekan tombol SET.
- e. Atur tanggal ulang tahun responden (Tahun / Bulan / Hari) menggunakan tombol Atas atau Bawah. Tekan tombol SET untuk mengonfirmasi di setiap pemrograman. Unit akan berbunyi bip sekali setelah setiap konfirmasi.
- f. Pilih wanita atau pria. Gunakan tombol Atas atau Bawah untuk menggulir pengaturan antara Wanita, Pria, Wanita / Atlet, dan Pria / Atlet. Tekan tombol SET untuk mengonfirmasi.
- g. Tentukan tinggi badan. Layar default menunjukkan 170 cm. Gunakan tombol Atas atau Bawah untuk menyesuaikan tinggi sesuai data responden, lalu tekan tombol SET. Unit akan berbunyi bip sekali untuk mengonfirmasi. Layar akan menampilkan data pribadi lengkap satu kali untuk memastikan input benar, kemudian layar menunjukkan "0.0" dan unit siap digunakan untuk pengukuran.
- h. Mengukur berat badan dan lemak tubuh. Responden memegang elektroda tangan dan menginjak kedua kaki pada elektroda skala. "0.0" akan ditampilkan selama ± 30 detik. Responden tidak boleh turun sampai unit berbunyi bip lima kali. Pembacaan akan ditampilkan selama ± 40 detik.
- i. Tekan tombol SET untuk melihat pembacaan lengan kanan, lengan kiri, kaki kanan, kaki kiri, dan bagasi saat pembacaan ditampilkan. Pembacaan sebelumnya dari fitur-fitur berikut dapat diperoleh dengan menggunakan fungsi memori unit. Setelah pembacaan selesai, tekan tombol PAST untuk melihat bacaan sebelumnya jika dibutuhkan.
- j. Setelah selesai, unit akan menampilkan RESULT untuk berat badan, persentase lemak tubuh, dan komponen tubuh lainnya sesuai model Tanita yang digunakan. Catat seluruh hasil pada lembar data pengukuran.

2.5 Pengolahan dan Analisis Data

1. Teknik Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan untuk menyiapkan data agar siap dianalisis. Tahapan pengolahan data meliputi:

a. *Editing*

Editing dilakukan untuk memeriksa kembali kelengkapan data yang dikumpulkan dari lembar recall 1x24 jam dan hasil pengukuran persentase lemak tubuh menggunakan alat BIA (Tanita). Proses ini dilakukan baik sebelum maupun sesudah data terkumpul untuk memastikan tidak ada data kosong atau tidak logis.

b. *Coding*

Memberikan kode angka pada setiap variabel penelitian agar dapat diolah dalam program statistik.

c. *Entry*

Entry dilakukan dengan memasukkan data yang telah dikodekan ke dalam perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) untuk diolah dan dianalisis secara statistik.

d. *Cleaning Data*

Memeriksa dan memperbaiki kesalahan input data, serta menangani data yang hilang atau tidak konsisten.

2. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menginterpretasikan data yang telah diolah dan menjawab pertanyaan penelitian. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Analisis Univariat

Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan karakteristik masing-masing variabel penelitian secara deskriptif yang meliputi:

1) Karakteristik responden

Meliputi biodata siswa SMA Negeri 9 Makassar dan SMA Islam Al-Azhar 12 Makassar. Data ini disajikan dalam bentuk distribusi frekuensi dan persentase untuk menggambarkan komposisi responden berdasarkan biodata yang telah diisi oleh responden.

2) Asupan Energi dan Zat Gizi Makro

Asupan energi dan lemak dihitung berdasarkan hasil recall 1x24 jam menggunakan data TKPI 2020 yang diinput kedalam program excel, kemudian dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG). Hasilnya kemudian dikategorikan sebagai berikut:

- Kurang : <80% AKG
- Cukup : 80–110% AKG
- Lebih : >110% AKG

3) Persentase Lemak Tubuh

Persentase lemak tubuh diukur menggunakan alat Tanita Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Hasil pengukuran dikategorikan menurut jenis kelamin:

- Laki-laki : a) Rendah $\leq 8\%$
b) Normal $>8 - \leq 22\%$
c) Tinggi $>22\%$
- Perempuan : a) Rendah $\leq 19\%$
b) Normal $>19 - \leq 36\%$
c) Tinggi $>36\%$

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen, yaitu persentase lemak tubuh. Variabel independen dalam penelitian ini terdiri atas asupan

energi dan zat gizi makro. Data analisis dilakukan dengan menggunakan uji *Chi-Square*.

Data dianalisis menggunakan program komputer SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) for Windows dan Microsoft Excel untuk tabulasi awal. Nilai signifikansi hipotesis mengikuti kriteria (Swarjana, 2016), yaitu:

- 1) Jika nilai signifikansi (sig.) $< \alpha$ (0,06), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat hubungan yang signifikan antara variabel independen dan dependen.
- 2) Jika nilai sig. $> 0,06$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, yang berarti tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kedua variabel.

2.6 Penyajian Data

Pada penelitian ini data yang telah dikumpulkan akan dianalisis secara univariat dan bivariat kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi.

2.7 Kode Etik Penelitian

Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari komisi etik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin nomor 1442/UN4.14.1/TP.01.02/2025 yang telah di sahkan pada tanggal 01 Agustus 2025.