

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kolesterol

1. Pengertian kolesterol

Kolesterol merupakan salah satu bentuk lemak. Lemak sendiri, seperti halnya karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral, termasuk zat gizi esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Kolesterol memiliki bentuk menyerupai lilin berwarna putih dan secara alami terdapat dalam tubuh manusia. Senyawa kompleks ini diproduksi sekitar 80% oleh organ hati, sementara 20% sisanya diperoleh dari asupan makanan. Keberadaan kolesterol sangat penting bagi tubuh, terutama dalam pembentukan membran sel (Utama dan Indasah, 2021).

Kolesterol merupakan jenis sterol yang paling dikenal oleh masyarakat luas. Di dalam tubuh, kolesterol memiliki dua peran yang saling bertolak belakang, di satu sisi dibutuhkan, namun di sisi lain bisa berbahaya tergantung pada jumlah dan lokasinya dalam tubuh. Kolesterol adalah bagian penting dari struktur membran semua sel, serta menjadi komponen utama dalam sel-sel otak dan sistem saraf. Senyawa ini juga banyak ditemukan dalam jaringan kelenjar serta hati, tempat kolesterol diproduksi dan disimpan (Almatsier, 2010).

Memiliki kadar kolesterol yang tepat sangat penting untuk menjaga fungsi tubuh. Jika kadar kolesterol terlalu rendah, hal ini bisa menjadi tanda adanya penyakit autoimun seperti alergi, lupus, dan rheumatoid arthritis, serta menandakan adanya stres pada kelenjar adrenal atau kerusakan hati yang serius (Artini dan Tjahjono, 2020) dalam Fakhriyah (2023).

Kolesterol bisa menjadi berbahaya apabila jumlahnya dalam darah berlebihan, karena dapat membentuk plak pada dinding pembuluh darah yang menyebabkan penyempitan, suatu kondisi yang dikenal sebagai aterosklerosis. Bila penyumbatan terjadi di pembuluh darah jantung, dapat memicu penyakit jantung koroner, dan jika terjadi di pembuluh darah otak bisa menyebabkan gangguan serebrovaskular. Di dalam tubuh, kolesterol sebagian besar dihasilkan oleh hati melalui proses sintesis. Bahan bakunya dapat berasal dari karbohidrat, protein, maupun lemak, dan jumlah yang diproduksi menyesuaikan dengan kebutuhan tubuh serta asupan dari makanan (Almatsier, 2010).

2. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Peningkatan Kadar Kolesterol

Kolesterol diperlukan tubuh untuk terus memproduksi sel-sel yang sehat. Kadar kolesterol yang tinggi dalam darah bisa meningkatkan risiko terjadinya penyumbatan pada pembuluh darah sehingga menjadi pemicu berbagai penyakit. Menurut Kemenkes RI, faktor-faktor yang dapat menyebabkan tingginya kadar kolesterol dalam darah yaitu :

a. Konsumsi makanan tinggi lemak.

Kadar kolesterol tinggi dapat disebabkan oleh faktor makanan. Produk makanan seperti makanan cepat saji atau *junk food* merupakan salah satu makanan yang dapat meningkatkan kadar kolesterol. Mayoritas *junk food* dibuat dengan menggunakan bahan-bahan yang telah diawetkan seperti daging ham, ayam, atau kornet. Proses pengawetan bahan baku tersebut biasanya menggunakan zat aditif yang tinggi kandungan sodium atau gula. Hal tersebut juga didukung dengan proses pengolahan *junk food* dengan metode *deep fried*. Sudah pasti bahan baku

yang diawetkan dan proses pengolahan dengan cara digoreng menyebabkan kandungan lemak dan kolesterol pada *junk food* menjadi semakin tinggi (Triharyanto, 2020). Mengonsumsi makanan yang banyak mengandung lemak jenuh meningkatkan produksi kolesterol, jika produksinya berlebihan akan disimpan pada dinding pembuluh darah yang menyebabkan tersumbatnya aliran darah dan bahkan dapat mengakibatkan pecahnya pembuluh darah (Yulianti, dkk., 2015) dalam Prameswari (2021).

b. Kurangnya Aktivitas fisik

Tingkat aktivitas fisik memiliki pengaruh terhadap kadar kolesterol dalam darah. Hal ini disebabkan karena kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan ketidakseimbangan energi yang cenderung berlebih, sehingga mengakibatkan penumpukan cadangan energi dan peningkatan berat badan (Nanang, dkk., 2018) dalam Sari, dkk., (2024). Penurunan aktivitas fisik serta frekuensi olahraga yang tidak teratur dapat menyebabkan kolesterol tidak mengalami metabolisme dan pembakaran secara optimal, sehingga kolesterol semakin terakumulasi dalam pembuluh darah (Musdalifa, dkk., 2017).

c. Obesitas

Kelebihan asupan energi dari makanan yang dikonsumsi setiap hari secara bertahap akan disimpan dalam tubuh sebagai cadangan energi dalam bentuk lemak (Utama dan Indasah, 2021). Bertambahnya berat badan atau kondisi obesitas menunjukkan bahwa tubuh menyimpan lemak dalam jumlah yang cukup besar, dan hal ini juga menunjukkan adanya kandungan lemak dalam darah. Kelebihan berat badan bisa memicu peningkatan kadar kolesterol, penyakit jantung, stroke, diabetes, serta gangguan kesehatan lainnya. Obesitas sendiri

merupakan akibat dari ketidakseimbangan kadar lipid dalam darah, salah satunya ditandai dengan meningkatnya kadar kolesterol (Miranti, 2008) dalam Musdalifa, dkk., (2017).

d. Merokok

Rokok dibuat dari bahan-bahan yang mengandung senyawa kimia berbahaya bagi tubuh. Zat kimia berbahaya yang paling utama di antaranya adalah nikotin, tar, hidrokarbon, karbon monoksida, serta logam berat. Kandungan nikotin dalam rokok dapat mempercepat terjadinya penyempitan pada pembuluh darah koroner yang berperan dalam mengalirkan oksigen ke jantung. Selain memperburuk kadar kolesterol dalam darah, merokok juga dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah pada arteri. Kebiasaan merokok dapat merusak lapisan pembuluh darah, membuat darah menjadi lebih kental sehingga mudah membeku, mengganggu irama detak jantung, serta menurunkan kadar oksigen akibat paparan karbon monoksida (Utama dan Indasah, 2021).

e. Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kadar kolesterol dalam tubuh seseorang. Seiring bertambahnya usia, kadar kolesterol total cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan saat usia muda, karena aktivitas reseptor LDL akan menurun seiring proses penuaan. Reseptor ini berperan dalam menjaga keseimbangan kolesterol dalam aliran darah dan banyak ditemukan di hati, kelenjar gonad, serta kelenjar adrenal. Jika fungsi reseptor tersebut terganggu, maka kolesterol dalam darah akan meningkat (Listiana, dkk., 2010) dalam Musdalifa, dkk., (2017). Faktor usia merupakan elemen alami yang turut memengaruhi kondisi kesehatan seseorang. Hal ini disebabkan karena seiring

bertambahnya usia, kemampuan kerja berbagai organ tubuh juga mengalami penurunan. Semakin lama organ bekerja, semakin banyak pula sisa metabolisme yang tertimbun, termasuk kolesterol yang terbawa dalam proses kerja organ tersebut (Nilawati, Krisnatuti, Mahendra, & Gin, 2008) dalam Kurniawan, dkk., (2019).

f. Alkohol

Alkohol bukan merupakan zat gizi, namun jika dikonsumsi dapat menghasilkan energi. Setiap satu gram alkohol dapat menghasilkan tujuh kilokalori. Alkohol dalam minuman seperti bir, anggur, dan minuman keras lainnya umumnya berbentuk etil alkohol atau etanol (Almatsier, 2010). Proses metabolisme alkohol sebagian besar berlangsung di organ hati. Konsumsi alkohol secara berlebihan dapat mengganggu metabolisme lemak, yang berujung pada terganggunya fungsi jaringan lemak. Penggunaan alkohol jangka panjang mengacaukan proses metabolisme lipid dengan cara meningkatkan pemecahan lemak di jaringan adiposa dan menyebabkan penimbunan lemak abnormal di hati, yang kemudian memicu terjadinya penyakit hati berlemak (Steiner dan Lang, 2017) dalam Purbayanti, dkk., (2017). Kenaikan kadar trigliserida di dalam hati akan dialirkan ke pembuluh darah, yang pada akhirnya menimbulkan penumpukan trigliserida di dalam sistem peredaran darah (King, 2017) dalam Purbayanti, dkk., (2017).

3. Mengukur Kadar Kolesterol

Kadar kolesterol yang tinggi umumnya tidak menunjukkan gejala yang spesifik, sehingga banyak orang tidak menyadarinya. Kondisi ini biasanya baru terdeteksi ketika sudah terbentuk plak yang menyumbat pembuluh darah, yang

kemudian dapat memicu berbagai komplikasi serius. Rasa kantuk berlebihan, kesemutan, serta nyeri di bagian leher belakang dan bahu merupakan beberapa tanda yang sering dikaitkan dengan peningkatan kolesterol dalam darah (Agustina, 2022). Berikut adalah klasifikasi kadar kolesterol menurut Kemenkes R.I.

Tabel 1
Klasifikasi Kadar Kolesterol

Klasifikasi	Kadar dalam darah	Kategori
Kolesterol Total	< 200 mg/dL	Baik
	200-239 mg/dL	Ambang Batas Atas
	≥ 240 mg/dL	Tinggi
LDL	< 100 mg/dL	Optimal
	100-129 mg/dL	Hampir Optimal/diatas optimal
	130-159 mg/dL	Ambang Batas Atas
	160-189 mg/dL	Tinggi
	≥ 190 mg/dL	Sangat Tinggi
HDL	< 40 mg/dL	Buruk (Pria)
	< 50 mg/dL	Buruk (Wanita)
	≥ 60 mg/dL	Baik

Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018

Pemeriksaan kolesterol dianjurkan baik untuk anak-anak maupun orang dewasa. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui apakah kadar kolesterol dalam darah berada dalam kisaran normal, terlalu tinggi, atau bahkan terlalu rendah. Umumnya, pengukuran kadar kolesterol dilakukan melalui pemeriksaan darah (Triharyanto, 2020). Pemeriksaan kadar kolesterol yang sering dijumpai yaitu dengan metode spektrofotometri dan *Point Of Care Testing* (POCT).

a. Metode Spektrofotometri

Beberapa laboratorium patologi klinik umumnya menggunakan metode spektrofotometri untuk mengukur kadar kolesterol. Spektrofotometri adalah teknik analisis yang bekerja dengan cara mengukur penyerapan cahaya monokromatik oleh larutan berwarna pada panjang gelombang tertentu, menggunakan monokromator berupa prisma atau kisi difraksi serta detektor berupa fototube. Metode ini tergolong cukup selektif dan spesifik, memiliki tingkat ketepatan yang tinggi, serta tergolong mudah digunakan (Yudono, 2017).

Spektrofotometri memiliki sejumlah kelebihan, antara lain sensitivitas dan selektivitas yang tinggi, proses pengukuran yang sederhana, serta waktu analisis yang cepat. Namun, kekurangannya terletak pada ketergantungan terhadap reagen khusus yang membutuhkan tempat penyimpanan tertentu dan biaya operasional yang relatif tinggi (Rahman, 2005) dalam Gusmayani, dkk., (2021).

b. *Point Of Care Testing* (POCT)

Poin of Care Testing (POCT) adalah metode pemeriksaan laboratorium yang sederhana, menggunakan sampel darah dalam jumlah kecil, dan dapat dilakukan di luar laboratorium. Hasil pemeriksaan dapat diperoleh dengan cepat karena tidak memerlukan proses transportasi spesimen dan persiapan yang rumit (Kahar, 2006) dalam Gusmayani, dkk., (2021). Meskipun terkesan mudah, pengambilan sampel darah dengan metode POCT juga memerlukan prosedur yang tepat. Tetesan darah pertama yang keluar dari kapiler harus dihapus dengan kapas kering, dan tetesan darah berikutnya yang digunakan untuk pemeriksaan, karena tetesan pertama rentan tercampur dengan jaringan dan kemungkinan besar

terkontaminasi alkohol, sehingga kurang representatif sebagai sampel (Maharani dan Eka, 2020) dalam Irawan dan Helviola (2022).

Keunggulan metode POCT antara lain adalah reagen yang terjangkau, kemudahan dalam pengadaan alat, praktis dalam penggunaannya, hanya membutuhkan sedikit sampel, hasil yang cepat, serta instrumen yang bisa digunakan secara mandiri. Namun, kekurangannya mencakup keterbatasan jenis pemeriksaan serta akurasi dan presisi yang lebih rendah. Metode POCT dapat digunakan dalam situasi darurat di laboratorium, seperti saat terjadi pemadaman listrik atau kerusakan pada alat yang menggunakan metode spektrofotometri (Pratiwi 2016) dalam Gusmayani, dkk., (2021).

B. AKTIVITAS FISIK

1. Pengertian Aktivitas Fisik

Menurut WHO (2020), aktivitas fisik adalah segala bentuk gerakan tubuh yang melibatkan otot rangka dan memerlukan pengeluaran energi. Aktivitas fisik berperan dalam mempengaruhi total pengeluaran energi, yang terdiri dari laju metabolisme basal, efek termik makanan, dan energi yang digunakan saat beraktivitas fisik. Aktivitas fisik merupakan perilaku yang kompleks dan terdiri dari berbagai dimensi. Ada berbagai tipe aktivitas yang berkontribusi pada total aktivitas fisik, seperti yang dilakukan di sekolah, tempat kerja, kegiatan rumah tangga, aktivitas saat perjalanan, dan aktivitas lainnya yang mengisi waktu luang sehari-hari (Putriningtyas, dkk.,2023).

Aktivitas fisik memberikan banyak manfaat, seperti meningkatkan kebugaran fisik, kesehatan kardiometabolik, kesehatan tulang, fungsi kognitif, serta kesehatan mental. Untuk anak-anak dan remaja, disarankan untuk melakukan

aktivitas aerobik dengan intensitas sedang hingga tinggi selama 60 menit per hari, yang juga melibatkan aktivitas yang memperkuat otot dan tulang setidaknya 3 kali seminggu. Bagi orang dewasa, disarankan untuk melakukan aktivitas fisik aerobik intensitas sedang selama 150-300 menit atau aktivitas aerobik intensitas tinggi selama 75-150 menit setiap minggu. Sementara itu, untuk lansia, disarankan untuk melakukan aktivitas aerobik intensitas sedang selama 150-300 menit per minggu dan latihan penguatan otot minimal 2 kali per minggu (WHO, 2020). Melakukan aktivitas fisik secara rutin sangat penting untuk meningkatkan kesehatan dan mengurangi risiko berbagai penyakit.

2. Klasifikasi Aktivitas Fisik

Kemenkes RI (2018) membagi aktivitas fisik menjadi aktivitas ringan, sedang, dan berat berdasarkan tingkat intensitasnya.

a. Aktivitas fisik ringan

Aktivitas fisik ringan memerlukan sedikit tenaga dan tidak menyebabkan perubahan signifikan dalam pernapasan, sehingga masih memungkinkan untuk berbicara dengan mudah. Energi yang dikeluarkan selama aktivitas ini kurang dari 3,5 kkal/menit. Contoh aktivitas fisik ringan antara lain:

- 1) Berjalan santai di rumah, kantor atau pusat perbelanjaan
- 2) Berdiri dan melakukan pekerjaan rumah tangga ringan seperti mencuci piring, menyetraka, memasak, menyapu, mengepel lantai, dan menjahit
- 3) Latihan peregangan dan pemanasan dengan lambat
- 4) Memancing, memanah, bermain golf dan naik kuda

b. Aktivitas fisik sedang

Pada aktivitas fisik sedang, tubuh mulai sedikit berkeringat, denyut jantung dan frekuensi pernapasan meningkat, tetapi masih memungkinkan untuk berbicara. Aktivitas ini mengeluarkan energi antara 3,5 hingga 7 kkal/menit.

Contoh aktivitas fisik sedang antara lain:

- 1) Berjalan cepat pada permukaan rata.
- 2) Memindahkan perabot ringan, berkebun, menanam pohon, dan mencuci mobil.
- 3) Bermain bulutangkis rekreasional, dansa, tenis meja, serta bersepeda pada lintasan datar

c. Aktivitas Fisik berat

Aktivitas fisik berat ditandai dengan pengeluaran keringat yang banyak, peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernapasan yang cukup cepat hingga terengah-engah. Energi yang dikeluarkan dalam aktivitas ini lebih dari 7 kkal/menit. Contoh aktivitas fisik berat antara lain:

- 1) Berjalan dengan sangat cepat (kecepatan lebih dari 5 km/jam), berjalan mendaki bukit, berjalan dengan membawa beban di punggung, naik gunung, dan berlari
- 2) Pekerjaan yang mengangkut beban berat, neyekop pasir, menggali selokan, dan mencangkul.
- 3) Bersepeda lebih dari 15 km/jam dengan lintasan mendaki, bermain basket, badminton kompetitif, sepak bola, tenis, dan tinju

Dalam melakukan aktivitas fisik, sangat dianjurkan untuk mengikuti prinsip BBTT, yaitu baik (sesuai kemampuan), benar (dilakukan secara bertahap mulai

dari pemanasan hingga pendinginan), terukur (intensitas dan durasi diukur), dan teratur (dilakukan rutin 3-5 kali seminggu).

3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik seseorang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut bisa berdampak positif dalam memaksimalkan manfaat aktivitas fisik, namun juga dapat menimbulkan dampak negatif jika faktor-faktor tersebut kurang diperhatikan (Apriliani dan Sofiani, 2020). Menurut Wicaksono dan Handoko (2020), beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas fisik antara lain:

- a. Lingkungan Makro yaitu faktor sosial ekonomi akan berpengaruh terhadap aktivitas fisik. Pada kelompok masyarakat dengan latar belakang sosial ekonomi yang rendah, memiliki waktu luang yang relatif sedikit bila dibandingkan masyarakat dengan latar belakang sosial ekonomi yang relatif lebih baik.
- b. Lingkungan Mikro yaitu pengaruh dukungan masyarakat sekitar. Akhir-akhir ini sudah terjadi perubahan dukungan masyarakat terhadap aktivitas fisik. Masyarakat sudah beralih kurang memperhatikan dukungan yang tinggi terhadap orang yang masih berjalan kaki saat pergi ke pasar, kantor, ataupun ke sekolah. Kebiasaan masyarakat untuk mengisi waktu luang dengan bermain diluar rumah sudah mulai ditinggalkan diganti dengan kebiasaan menonton tv, bermain komputer atau bermain gadget.
- c. Faktor Individu seperti pengetahuan dan persepsi tentang hidup sehat, motivasi, kesukaan berolahraga, harapan tentang keuntungan melakukan aktivitas fisik akan mempengaruhi seseorang untuk melakukan aktivitas fisik. Orang yang memiliki pengetahuan dan persepsi yang baik terhadap hidup

sehat akan melakukan aktifitas fisik dengan baik, karena mereka yakin dengan dampak aktivitas fisik tersebut terhadap kesehatan.

- d. Faktor lain yang berpengaruh terhadap aktivitas fisik seseorang seperti faktor umur dan jenis kelamin. Menurut Sulistiono (2015) dalam Apriliani dan Sofiani (2020) usia dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas aktifitas fisik seseorang yang terkait dengan aktivitas fisik sehari-hari. Hal ini disebabkan karena bertambahnya usia akan disertai dengan penurunan kapasitas fisik yang berupa masa dan kekuatan otot, laju denyut jantung maksimal, peningkatan lemak tubuh dan penurunan fungsi otak. Kelompok jenis kelamin laki-laki ditemukan lebih aktif secara fisik dibandingkan dengan jenis kelamin perempuan. Jenis kelamin laki-laki dan perempuan memiliki keuntungan yang berbeda. Dalam keadaan normal perempuan mampu menahan perubahan suhu yang lebih besar, sedangkan laki-laki cenderung memiliki potensi dalam kesegaran jasmani yang lebih besar. Karena tenaga dan kecepatan laki-laki lebih tinggi dibandingkan dengan perempuan (Kaim, 2002) dalam Apriliani dan Sofiani, (2020).

4. Metode Pengukuran Aktivitas Fisik

Menurut Putriningtyas, dkk., (2023), terdapat empat dimensi dari aktivitas fisik yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a. Mode atau tipe, merupakan aktivitas fisik spesifik yang dilakukan. Contoh berjalan, berkebun, dan bersepeda
- b. Frekuensi, merupakan jumlah sesi per hari atau per minggu.
- c. Durasi, merupakan lamanya aktivitas fisik (menit atau jam) selama jangka waktu tertentu.

- d. Intensitas, merupakan tingkat pengeluaran energi yang merupakan indikator dari kebutuhan metabolik dari sebuah aktivitas.

Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk menilai aktivitas fisik. Secara umum, metode ini dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu metode subyektif dan metode obyektif (Corder at al., 2008 dalam Anggunadi dan Sutarina, 2017).

- a. Metode Subyektif

Penilaian aktivitas fisik secara subyektif dilakukan dengan menggunakan kuesioner atau melalui observasi langsung. Secara keseluruhan, akurasi dari metode subyektif sangat bergantung pada kemampuan subyek untuk mengingat dan merinci setiap aktivitas dengan detail.

- 1) Kuesioner

Metode ini relatif murah dan dapat diterapkan pada populasi besar, sehingga sering digunakan untuk menilai aktivitas fisik. Beberapa jenis kuesioner telah tersedia, di antaranya adalah *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), *Physical Activity Questionnaire for Older Children* (PAQ-C), *Physical Activity Recall* (PAR) serta kuesioner aktivitas fisik yang perhitungannya berdasarkan kecukupan energi.

Pada kuesioner yang perhitungannya berdasarkan kecukupan energi, pengukuran aktivitas dilakukan dengan merinci jenis dan durasi setiap kegiatan yang dilakukan dalam 24 jam (dalam menit) pada lembar kuesioner. Aktivitas yang telah dirinci kemudian dicocokkan dengan daftar perkiraan pengeluaran energi untuk setiap kegiatan. Pengeluaran energi per kegiatan dihitung dengan mengalikan durasi kegiatan dengan perkiraan energi yang keluar sesuai tabel.

Langkah selanjutnya adalah menghitung REE (*Resting Energy Expenditure*) dengan menggunakan rumus Harris Benedict, yang mempertimbangkan tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, dan usia (Ambartana dan Andari, 2015). Setelah itu, untuk mengkategorikan aktivitas fisik yaitu dengan cara menjumlahkan total energi per hari yang diperoleh dari hasil recall aktivitas fisik kemudian dicocokkan dengan rentang nilai energi pada setiap kategori yaitu nilai REE dikalikan dengan rentang nilai baku dalam satuan kalori. Menurut Alger (2022) aktivitas fisik dapat dikategorikan sebagai berikut.

- a) Ringan : REE x 1,2 s/d 1,29 (kkal)
- b) Sedang : REE x 1,3 s/d 1,39 (kkal)
- c) Berat : REE x 1,4 (kkal)

2) Observasi Langsung

Observasi langsung adalah metode yang lebih unggul dibandingkan metode lainnya dan sering digunakan sebagai kriteria validasi. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang memengaruhi kebiasaan aktivitas fisik. Namun, kelemahan dari metode ini adalah banyaknya waktu yang diperlukan peneliti untuk pelatihan dan pelaksanaan observasi. Selain itu, subyek kadang merasa privasinya terganggu, sehingga metode ini kurang cocok untuk evaluasi dalam kehidupan sehari-hari dan lebih sering digunakan dalam situasi yang terkontrol (Anggunadi dan Sutarina, 2017).

b. Metode Obyektif

1) Metode *Dubly Labeled Water* (DLW)

Hingga saat ini, metode DLW dianggap sebagai metode yang paling akurat dan menjadi standar untuk mengukur total pengeluaran energi dalam jangka waktu yang cukup panjang selama aktivitas sehari-hari (Maddison dan Mhurchu, 2009 dalam Anggunadi dan Sutarina, 2017). Dengan menggabungkan metode ini dengan pengukuran metabolisme dasar, maka tingkat pengeluaran energi yang disebabkan oleh aktivitas fisik atau tingkat aktivitas fisik dapat diketahui (Plasqui, dkk., 2005 dalam Anggunadi dan Sutarina, 2017).

2) Metode Pengukuran Menggunakan Denyut Jantung

Alat untuk mengukur denyut jantung terdiri dari sabuk dada dan perangkat deteksi denyut jantung yang mengirimkan sinyal ke penerima sinyal yang biasanya berbentuk seperti jam tangan di pergelangan tangan. Metode pengukuran denyut jantung ini cenderung tidak memerlukan biaya yang besar, meskipun memiliki beberapa kekurangan, seperti masalah dalam transmisi sinyal yang tergantung pada kontak alat dengan kulit (Anggunadi dan Sutarina, 2017).

3) Pedometer

Pedometer adalah perangkat portabel yang menggunakan baterai untuk beroperasi. Alat ini dipakai dengan mengikatkan sabuk di sekitar pinggul dan mencatat jumlah langkah kaki yang diambil oleh penggunanya. Pedometer menghitung langkah berdasarkan deteksi gerakan pada pinggul pemakai. Tingkat akurasi pedometer bervariasi, namun jika dipakai dengan benar di pinggul, sebagian besar pedometer cukup akurat dalam menghitung langkah (Rozy, 2020).

4) *Accelerometer*

Accelerometer adalah alat elektromekanik yang berfungsi mengubah gerakan fisik menjadi sinyal elektrik yang proporsional dengan kekuatan otot yang digunakan dalam gerakan tersebut. Alat ini berukuran kecil dan bisa dipakai di pinggang, pergelangan tangan, atau pergelangan kaki. Meskipun *accelerometer* lebih mahal dan memerlukan perangkat tambahan (seperti komputer), alat ini memberikan informasi yang lebih rinci mengenai aktivitas fisik, khususnya mengenai intensitas aktivitas yang dilakukan (Tudor, dkk., 2001 dalam Anggunadi dan Sutarina, 2017).

5. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kadar Kolesterol Total

Aktivitas fisik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar kolesterol dalam darah. Penurunan frekuensi olahraga dan perubahan dalam aktivitas fisik dapat menyebabkan kolesterol yang ada tidak menjalani metabolisme dan pembakaran yang efektif, sehingga menyebabkan penumpukan kolesterol dalam pembuluh darah (Musdalifa, dkk., 2017)

Sebuah penelitian oleh Yunita, dkk., (2022) yang meneliti hubungan antara aktivitas fisik dan kadar kolesterol pada lansia di Posyandu Pisang, wilayah kerja Puskesmas Sobo Kabupaten Banyuwangi, menunjukkan hasil $\text{Exact. Sig. (2-side)} 0,003 < 0,05$, yang mengindikasikan adanya hubungan antara aktivitas fisik dan kadar kolesterol. Penelitian lain oleh Sari, dkk., (2024) mengenai hubungan aktivitas fisik dengan kadar kolesterol pada karyawan FK UM Palembang menunjukkan bahwa sampel dengan aktivitas fisik ringan paling banyak memiliki kadar kolesterol total yang tidak normal, dengan nilai $p \text{ value} = 0,002$

($p < 0,05$), yang berarti ada hubungan signifikan antara jenis aktivitas fisik dan kadar kolesterol total.

Melakukan aktivitas fisik secara teratur akan meningkatkan penggunaan energi tubuh untuk memenuhi kebutuhan akibat peningkatan metabolisme. Aktivitas fisik yang teratur sangat penting untuk menjaga kesehatan, terutama dalam mencegah penyakit tidak menular (Yunita, dkk., 2022).

C. Tingkat Konsumsi Zat Gizi Makro

1. Tingkat Konsumsi

Tingkat konsumsi merupakan perbandingan zat gizi yang dikonsumsi dengan kecukupannya atau rata-rata intake zat gizi ke dalam tubuh seseorang per hari dibandingkan dengan kecukupan. Agar dapat menghitung tingkat konsumsi zat gizi, dibutuhkan standar kecukupan yang disarankan. Di Indonesia, kecukupan zat gizi yang disarankan yaitu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi. Angka Kecukupan Gizi adalah angka kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi hampir semua orang menurut golongan umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, dan aktifitas untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal. Untuk menilai tingkat asupan individu dengan menggunakan AKG sebaiknya lakukan koreksi dengan berat badan. Melakukan koreksi AKG dengan berat badan dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Fayasari, 2020).

$$\text{AKG Koreksi} = \frac{\text{Berat Badan Aktual}}{\text{BB dalam AKG sesuai kelompok umur}} \times \text{Nilai Gizi pada AKG}$$

Setelah diperoleh nilai gizi yang telah dikoreksi dengan berat badan, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan tingkat konsumsi zat gizi. Rumus perhitungan tingkat konsumsi secara umum adalah sebagai berikut :

$$\text{Tingkat konsumsi zat gizi} = \frac{\text{Asupan Zat Gizi}}{\text{AKG Koreksi}} \times 100\%$$

Penentuan tingkat konsumsi zat gizi dimulai dengan melakukan penilaian konsumsi pangan individu maupun kelompok. Penilaian konsumsi pangan atau yang disebut survei konsumsi gizi bertujuan untuk mengumpulkan beragam variabel yang berhubungan dengan makanan dan minuman yang dikonsumsi, termasuk suplemen, jumlah dan variasi makanan, serta frekuensi konsumsi dalam jangka waktu pendek, sehingga memungkinkan perhitungan rata-rata asupan harian zat gizi serta kecukupannya (Rohmawati, dkk., 2023).

Terdapat dua pendekatan dalam metode penilaian konsumsi makanan, yaitu pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif bertujuan untuk mengetahui frekuensi konsumsi, kebiasaan makan, serta cara memperoleh makanan. Jenis metode kualitatif meliputi *food frequency*, riwayat diet, wawancara via telepon, dan food checklist. Sementara metode kuantitatif bertujuan mengukur jumlah makanan yang dikonsumsi dan menghitung asupan zat gizi. Jenis penilaian konsumsi kuantitatif meliputi recall 24 jam, catatan perkiraan makanan (*estimated food record*), penimbangan langsung, dan *food account*, metode inventaris, dan *household food records* (Fayasari, 2020).

Metode *recall* 24 jam adalah pendekatan paling sering digunakan dalam penilaian asupan makanan. Metode ini bersifat retrospektif dan dilakukan oleh pewawancara terlatih. *Recall* dilakukan berdasarkan urutan waktu konsumsi, dimulai dari pagi hari hingga malam. Tujuannya adalah untuk memperoleh data tentang makanan dan minuman yang dikonsumsi sampel dalam 24 jam terakhir, termasuk cara memasaknya dan suplemen yang digunakan (Fayasari, 2020).

2. Zat Gizi Makro

Zat gizi makro merupakan komponen makanan utama yang memberikan energi terbesar bagi tubuh manusia. Zat gizi makro dibutuhkan dalam jumlah yang banyak dan diukur dalam satuan gram. Zat gizi makro mencakup karbohidrat, lemak, dan protein (Alistina, dkk., 2021).

a. Karbohidrat

Karbohidrat adalah sumber utama energi dengan kandungan energi 4 kkal/gram, yang memberikan kontribusi energi terbesar dalam pola makan seimbang. Karbohidrat terdiri dari unsur karbon dan air, yang berasal dari tanaman dan terbentuk melalui proses fotosintesis. Dalam proses tersebut, gula sederhana terbentuk dan kemudian berpolimerasi menjadi polisakarida (Alistina, dkk., 2021). Sumber utama karbohidrat meliputi padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan kering, dan gula. Produk olahan dari bahan-bahan ini antara lain bihun, mie, roti, tepung, selai, sirup, dan lainnya. Di Indonesia, karbohidrat banyak ditemukan dalam bentuk beras, jagung, ubi, singkong, talas, dan sagu (Almatsier, 2010).

1) Fungsi Karbohidrat

a) Penyedia Energi Utama

Karbohidrat berperan utama sebagai sumber energi bagi tubuh. Selain karbohidrat, tubuh juga bisa menghasilkan energi dari lemak dan protein. Namun, energi yang berasal dari karbohidrat, khususnya glukosa, merupakan sumber energi yang cepat digunakan oleh tubuh (Alistina, dkk., 2021).

b) Pemberi rasa Manis

Karbohidrat, terutama mono dan disakarida, memberikan rasa manis pada makanan. Gula memiliki rasa manis yang bervariasi, dengan fruktosa sebagai jenis gula yang paling manis (Pramardika, dkk., 2022).

c) Sebagai Penghemat Protein

Jika asupan karbohidrat dalam makanan tidak mencukupi, tubuh akan memanfaatkan protein untuk memenuhi kebutuhan energi, sehingga mengurangi fungsi utama protein sebagai zat pembangun. Sebaliknya, jika karbohidrat tercukupi, protein akan digunakan sesuai fungsinya sebagai pembangun (Almatsier, 2010).

d) Pengatur Metabolisme Lemak

Energi selalu dibutuhkan tubuh, terutama saat bergerak. Ketika kekurangan gula, tubuh akan memperoleh energi dari lemak melalui proses oksidasi yang tidak sempurna, menghasilkan keton yang dapat menyebabkan ketosis dan membahayakan tubuh (Alistina, dkk., 2021).

e) Sumber Energi Utama bagi otak dan susunan syaraf pusat

Glukosa adalah sumber energi utama untuk mendukung fungsi otak dan sistem saraf pusat. Kedua organ ini sangat bergantung pada glukosa untuk kebutuhan energi, sehingga ketersediaannya harus selalu terjaga demi kesehatan tubuh (Adi, 2017).

2) Metabolisme Karbohidrat

Metabolisme sel berfungsi untuk mengurai karbohidrat kompleks menjadi monosakarida seperti glukosa dan fruktosa, agar lebih mudah dicerna dan diserap

oleh dinding usus halus. Glukosa memegang peran vital dalam proses metabolisme karbohidrat menjadi energi. Proses metabolisme karbohidrat melibatkan tahapan seperti Glikolisis → Oksidasi Piruvat → Siklus TCA (Asam Trikarboksilat)/Siklus Krebs, yang menghasilkan glukosa darah yang digunakan oleh semua jaringan tubuh. Glukosa disimpan di hati, otot, dan jaringan lemak (Alistina, dkk., 2021)

b. Lemak

Lemak atau lipid adalah zat organik yang tidak larut dalam air. Lemak kaya akan energi dan berfungsi sebagai sumber energi penting dalam metabolisme tubuh. Lipid dapat dibagi menjadi lemak simpanan, yang sebagian besar terdiri dari trigliserida yang disimpan dalam jaringan tubuh, dan lemak struktural seperti fosfolipid dan kolesterol (Doloksaribu, 2017).

Konsumsi lemak berlebihan dapat menyebabkan peningkatan berat badan hingga obesitas dan meningkatkan risiko penyakit tidak menular (Doloksaribu, 2017). Sumber utama lemak meliputi minyak nabati (seperti minyak kelapa dan kelapa sawit), mentega, margarin, lemak hewani, serta produk makanan seperti daging, krim, susu, keju, kuning telur, dan makanan yang dimasak dengan lemak atau minyak (Almatsier, 2010).

1) Fungsi Lemak

a) Sumber Energi

Lemak dan minyak merupakan sumber energi paling padat, menghasilkan sembilan kkal per gram, yang dua setengah kali lebih banyak dibandingkan dengan karbohidrat dan protein dalam jumlah yang sama (Almatsier, 2010). Kelebihan lemak disimpan dalam jaringan adiposa di bawah kulit, sekitar organ,

dan dalam rongga perut. Lemak ini berfungsi sebagai cadangan energi yang bisa dimanfaatkan saat dibutuhkan (Alistina, dkk., 2021).

b) Sumber Asam Lemak Esensial

Beberapa fungsi tubuh membutuhkan asam lemak esensial yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh, melainkan harus diperoleh dari makanan (Alistina, dkk., 2021). Dua jenis asam lemak esensial yang terkenal adalah omega-3 dan omega-6. Meskipun beberapa asam lemak dapat dikonversi satu sama lain, kedua jenis ini harus didapatkan langsung dari makanan yang dikonsumsi (Kapalka, 2010 dalam Siregar dan Koerniawati, 2021).

c) Alat angkut vitamin larut lemak

Lemak mengandung vitamin larut lemak, seperti vitamin A dan D, yang banyak terdapat dalam lemak susu dan minyak ikan laut tertentu. Karena vitamin-vitamin ini larut dalam lemak, lemak bertindak sebagai media yang membawa vitamin larut lemak (A, D, E, K) ke sel tubuh agar dapat dimanfaatkan (Alistina, dkk., 2021).

d) Penghemat Protein

Lemak membantu menghemat penggunaan protein untuk energi, sehingga protein tidak digunakan untuk tujuan tersebut dan dapat menjalankan fungsinya sebagai zat pembangun tubuh (Almatsier, 2010). Dengan adanya lemak sebagai sumber energi, protein dapat difokuskan pada sintesis protein dan tidak digunakan untuk menghasilkan energi (Pramardika, dkk., 2022).

e) Memberi rasa kenyang dan lezat

Lemak memperlambat sekresi asam lambung dan pengosongan lambung, sehingga memberikan rasa kenyang lebih lama. Selain itu, lemak juga meningkatkan cita rasa gurih pada makanan, menjadikannya lebih lezat (Aristina, dkk., 2021).

f) Sebagai pelumas

Lemak merupakan pelumas dan membantu pengeluaran sisa pencernaan (Almatsier, 2010).

g) Memelihara Suhu Tubuh

Lapisan lemak dibawah kulit mengisolasi tubuh dan mencegah kehilangan panas tubuh secara cepat (Almatsier, 2010).

h) Pelindung Organ Tubuh

Berbagai organ tubuh vital dan rentan seperti jantung, hati, dan ginjal memerlukan media untuk melindungi organnya. Lapisan lemak yang menyelubungi organ-organ tersebut membantu menahan organ-organ tersebut tetap di tempatnya dan melindunginya dari benturan dan bahaya lain (Aristina, dkk., 2021).

2) Metabolisme Lemak

Lemak dalam makanan tidak dicerna di mulut karena tidak ada enzim pemecah lemak. Di lambung, enzim lipase diproduksi dalam jumlah kecil. Di usus dua belas jari, lipase menguraikan trigliserida menjadi monogliserida dan asam lemak bebas. Asam lemak rantai panjang berikatan dengan garam empedu, sedangkan asam lemak rantai pendek larut dalam air dan diserap oleh mukosa

usus halus. Asam lemak kemudian membentuk kilomikron dan masuk ke pembuluh darah. Lemak tidak bisa diuraikan secara optimal tanpa karbohidrat, karena energi dari karbohidrat dibutuhkan dalam metabolisme lemak. Tubuh dapat menyimpan lemak tanpa batas, tetapi lemak tidak dapat menggantikan peran karbohidrat sebagai sumber energi utama otak, sistem saraf, dan sel darah merah (Alristina, dkk., 2021).

c. Protein

Protein merupakan komponen penting dalam seluruh sel hidup dan menempati posisi terbesar kedua dalam tubuh setelah air. Berbagai enzim, hormon, pengangkut zat gizi, darah, serta matriks intraseluler tersusun atas protein (Almatsier, 2010). Pada masa pertumbuhan sel, terutama di awal kehidupan, tubuh sangat memerlukan jumlah protein yang mencukupi. Semua jenis protein dibentuk dari unit dasar berupa asam amino (Alristina, dkk., 2021).

Tubuh memerlukan dua jenis asam amino, yakni asam amino esensial dan non-esensial. Asam amino esensial diperoleh dari makanan karena tubuh tidak dapat memproduksinya, sementara asam amino non-esensial dapat disintesis sendiri oleh tubuh. Sumber pangan yang mengandung protein diklasifikasikan menjadi dua yaitu hewani dan nabati. Sumber hewani mencakup telur, susu, daging, serta ikan, sedangkan sumber nabati meliputi kedelai, produk olahannya seperti tahu dan tempe, serta berbagai jenis kacang-kacangan (Pramardika, dkk., 2022)

1) Fungsi Protein

a) Pertumbuhan dan pemeliharaan

Sebelum sel dapat memproduksi protein baru, harus tersedia seluruh asam amino esensial yang dibutuhkan serta jumlah nitrogen atau gugus amino yang mencukupi untuk membentuk asam amino nonesensial. Proses pertumbuhan atau penambahan massa otot hanya dapat terjadi apabila terdapat campuran asam amino yang memadai, termasuk dalam rangka pemeliharaan dan perbaikan jaringan. Tubuh memiliki efisiensi tinggi dalam mempertahankan protein yang ada serta mendaur ulang asam amino hasil pemecahan jaringan guna membentuk kembali jaringan serupa atau jaringan lainnya (Almatsier, 2010).

b) Pembentukan ikatan esensial tubuh

Protein juga menyusun hormon-hormon seperti tiroid, insulin, dan epinefrin, termasuk berbagai jenis enzim. Hemoglobin, pigmen merah dalam darah yang berperan dalam mengangkut oksigen dan karbon dioksida, juga termasuk senyawa protein. Senyawa-senyawa ini memiliki peran sebagai katalis yang memfasilitasi berbagai reaksi biokimia di dalam tubuh (Almatsier, 2010).

c) Mengatur keseimbangan air

Cairan dalam tubuh manusia tersebar pada tiga kompartemen: intraseluler (dalam sel), ekstraseluler/interseluler (antar sel), dan intravaskular (di dalam pembuluh darah), yang masing-masing dipisahkan oleh membran sel (Almatsier, 2010). Perpindahan cairan antarkompartemen ini berlangsung melalui mekanisme osmosis. Keseimbangan tekanan osmotik di dalam sel harus tetap terjaga, dan hal ini melibatkan keberadaan protein serta elektrolit. Ketika tubuh mengalami kekurangan protein, keseimbangan cairan akan terganggu, yang berpotensi

menyebabkan akumulasi cairan dalam satu kompartemen, kondisi ini dikenal sebagai oedema (Alistina, dkk., 2021).

d) Memelihara netralitas tubuh

Protein dalam tubuh juga berfungsi sebagai penyangga (buffer), dengan bereaksi terhadap asam dan basa untuk mempertahankan tingkat pH yang stabil. Sebagian besar jaringan tubuh berfungsi optimal dalam kondisi pH yang netral atau sedikit bersifat basa (Almatsier, 2010).

e) Pembentukan antibodi

Kemampuan tubuh melawan infeksi ditentukan oleh produksinya terhadap antibodi, yang dirancang untuk menghadapi mikroorganisme penyebab penyakit atau zat asing yang masuk. Proses detoksifikasi terhadap zat beracun dalam tubuh dikendalikan oleh berbagai enzim, terutama yang berada di hati. Jika tubuh mengalami defisit protein, kemampuan untuk menangkal efek toksik dari zat beracun tersebut akan menurun (Almatsier, 2010).

f) Mengatur zat-zat gizi

Protein memiliki fungsi dalam transportasi nutrisi ke dalam sel tubuh. Misalnya, lipoprotein berperan dalam membawa lipid dan senyawa sejenisnya, sementara transferrin bertugas mengangkut mineral seperti zat besi dan mangan (Alistina, dkk., 2021)

g) Sumber energi

Protein dapat menghasilkan energi dalam jumlah setara dengan karbohidrat, yaitu sebanyak empat kilokalori per gram. Namun, penggunaan protein sebagai

sumber energi tergolong kurang efisien karena harganya lebih mahal serta memerlukan energi metabolik yang lebih besar (Alistina, dkk., 2021).

2) Metabolisme Protein

Protein yang berada dalam sel-sel hidup mengalami pembaruan secara terus-menerus melalui proses pertukaran protein, yakni siklus berkelanjutan yang mencakup pemecahan protein menjadi asam amino bebas dan pembentukan kembali protein dari asam amino tersebut (Murray, K., 2002 dalam Wahjuni, 2013). Protein dari makanan merupakan sumber nitrogen utama yang diproses oleh tubuh. Asam amino hasil pencernaan protein diserap oleh sel epitel usus dan masuk ke dalam aliran darah. Selanjutnya, berbagai sel tubuh akan memanfaatkan asam amino tersebut, menyimpannya di dalam sel, dan menggunakannya dalam pembentukan protein serta senyawa lain yang mengandung nitrogen, atau mengoksidasinya untuk menghasilkan energi. Metabolisme asam amino memiliki kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan karbohidrat dan lemak. Selama proses metabolisme ini, asam amino berpindah antar jaringan melalui aliran darah. Sebagian besar nitrogen kemudian dikonversi menjadi urea di hati, sedangkan karbonnya diubah menjadi karbon dioksida dan air melalui proses oksidasi di sejumlah jaringan tubuh (Marsk, dkk., 2012 dalam Sulistyowati dan Yuniritha, 2018).

2. Hubungan Tingkat Konsumsi Zat Gizi Makro dengan Kadar Kolesterol Total

Asupan berlebih dari karbohidrat, lemak, dan protein dapat memengaruhi kadar kolesterol dalam darah. Konsumsi karbohidrat dalam jumlah yang tinggi mampu memicu peningkatan produksi asetil-KoA melalui proses dekarboksilasi

fosforilasi, serta mempercepat sintesis kolesterol melalui jalur metabolik yang kompleks (Durstine LJ, 2012) dalam Utami, dkk., (2017).

Penelitian oleh Lestari, dkk. (2023) menemukan adanya korelasi antara konsumsi karbohidrat sederhana dengan kadar kolesterol total, yang ditunjukkan oleh nilai p-value sebesar 0,006 ($p \leq 0,05$) dan nilai koefisien korelasi (r) = 0,349. Artinya, terdapat hubungan sedang antara kedua variabel tersebut pada kelompok karyawan. Data sampel menunjukkan bahwa semakin tinggi konsumsi karbohidrat sederhana, maka kadar kolesterol total juga cenderung meningkat. Kelebihan karbohidrat sederhana dapat disimpan dalam bentuk glikogen dan lemak, sehingga memicu terjadinya kelebihan berat badan atau obesitas yang berkontribusi terhadap peningkatan kolesterol total (Lestari, dkk., 2023).

Tingginya konsumsi protein, terutama yang berasal dari makanan olahan, dapat berdampak pada meningkatnya kadar trigliserida dalam serum serta menurunkan kadar kolesterol HDL, yang merupakan salah satu indikator sindrom metabolik (Arief, dkk., 2022). Konsumsi lemak dalam jumlah besar dan dalam jangka panjang juga diduga memperbesar akumulasi lemak dalam pembuluh darah. Misalnya pada junk food yang kaya akan lemak, kalori, protein, dan garam. Dalam studi oleh Lestari, dkk. (2023), ditemukan hubungan antara konsumsi junk food dengan kadar kolesterol total dengan p-value sebesar 0,0001 ($p \leq 0,05$) dan nilai koefisien korelasi (r) = 0,454, menunjukkan adanya hubungan sedang antara variabel konsumsi junk food dan kadar kolesterol total. Data sampel memperlihatkan hubungan yang searah atau positif sempurna antara konsumsi junk food dan kadar kolesterol total. Sebagian besar junk food dibuat menggunakan bahan yang telah diawetkan seperti ham, ayam olahan, atau

kornet (Triharyanto, 2020). Makanan tinggi lemak jenuh dapat meningkatkan produksi kolesterol, dan jika produksinya berlebihan, maka kolesterol akan disimpan di dinding pembuluh darah. Penumpukan ini berpotensi menyebabkan sumbatan aliran darah, bahkan pecahnya pembuluh darah (Yulianti, dkk., 2015) dalam Prameswari, (2021).