

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kolesterol**

##### **1. Pengertian Kolesterol**

Kolesterol adalah salah satu komponen lemak. Selain nutrisi lain seperti karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral, tubuh juga membutuhkan lemak karena merupakan sumber energi dengan kalori terbanyak (Hadi, 2019). Kolesterol adalah suatu molekul lemak yang bersirkulasi dalam darah yang diproduksi oleh hati dalam bentuk lilin dan berwarna kekuningan dan sangat diperlukan oleh tubuh (Sunarhadi, 2018). Kolesterol merupakan jenis lemak yang sukar di distribusikan ke seluruh jaringan tubuh yang memerlukannya. Untuk mengatasi masalah ini, kolesterol membentuk senyawa dengan protein dan menghasilkan lipoprotein yang dapat mengangkut kolesterol dari pembuluh darah ke sel-sel tubuh yang membutuhkannya, sehingga kolesterol dapat didistribusikan secara tepat ke seluruh tubuh dan membangun jaringan manusia (Graha, 2010). Ada dua jenis kolesterol yaitu kolesterol endogen yang diproduksi dalam sel-sel tubuh terutama hati, dan kolesterol eksogen yang berasal dari makanan yang dikonsumsi sehari-hari (Fatmah, 2010). Kadar kolesterol normal bermanfaat bagi tubuh, tetapi ketika sudah melampaui batas, dapat berbahaya bagi kesehatan terutama dalam jangka Panjang dan berisiko terkena penyakit jantung jika kadar kolesterol lebih tinggi dari 200 mg/dL (Kusuma, 2018). Rekomendasi *National Cholesterol Education Program* (NCEP) yang pertama diterbitkan pada tahun 1985. Setelah diperbaharui pada tahun

2002, rekomendasi bahwa kolesterol tidak boleh melebihi 200 mg/dL masih berlaku sampai sekarang (Durstine, 2012).

Tabel 1  
Kategori Kadar Kolesterol Total

Kadar Kolesterol Total (mg/dL)	Kategori Kadar Kolesterol Total
< 200 mg/dL	Normal
200 – 239 mg/dL	Ambang batas atas
> 240 mg/dL	Tinggi

## 2. Metabolisme Kolesterol

Ada berbagai mekanisme metabolisme lipoprotein yang mengikuti metabolisme kolesterol. *Reversible Cholesterol Transport* atau disebut sebagai jalur pengembalian kolesterol, adalah salah satu dari tiga proses metabolisme kolesterol yang terjadi di dalam tubuh, bersama dengan jalur eksogen dan endogen.

### a. Jalur eksogen

Trigliserida dan kolesterol dari makanan masuk ke usus untuk dicerna atau diproses. Empedu juga dikeluarkan bersama dengan kolesterol dari hati yang juga ada di usus. Kolesterol diserap sebagai kolesterol dan trigliserida akan diserap sebagai asam lemak bebas. Setelah melewati mukosa usus halus, asam lemak bebas diubah kembali menjadi trigliserida, sedangkan kolesterol diesterifikasi menjadi ester kolesterol. Kedua molekul ini bersama dengan fosfolipid dan apolipoprotein bergabung untuk menghasilkan kilomikron, sejenis lipoprotein. Ketika kilomikron mencapai aliran darah dari sistem limfatik, lalu dicerna menjadi asam lemak bebas oleh enzim lipoprotein lipase. Endotelium arteri darah akan mengambil asam lemak bebas dan menyimpannya sebagai trigliserida dalam jaringan adiposa.

b. Jalur endogen

Hati memiliki kemampuan untuk memproduksi trigliserida dan kolesterol dan keduanya dikeluarkan dari tubuh sebagai lipoprotein VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*). Enzim lipoprotein lipase menghidrolisis trigliserida yang bersirkulasi, mengubah VLDL menjadi IDL (*Intermediate Density Lipoprotein*). Sebelum kembali ke hati untuk diubah menjadi LDL (*Low Density Lipoprotein*), lipase memecah sebagian IDL. Sebagian besar kolesterol ditemukan dalam LDL, sebuah lipoprotein. Beberapa LDL diangkut ke hati dan jaringan steroidogenik lainnya seperti kelenjar adrenal, testis, dan ovarium, yang memiliki reseptor untuk kolesterol LDL. LDL lainnya dioksidasi dan ditangkap oleh reseptor Scavenger-A (SR-A) di makrofag, di mana LDL akan menjadi sel busa. Kolesterol LDL akan mengalami oksidasi lebih besar dan diambil oleh sel makrofag jika terdapat konsentrasi kolesterol LDL yang tinggi dalam plasma.

c. Jalur *Revers Cholesterol Transport*

Apolipoprotein (apo) A, C, dan E, yang merupakan partikel kecil dan rendah kolesterol yang membentuk HDL dan dilepaskan sebagai hasil dari jalur metabolisme ini. HDL sering disebut sebagai nascent HDL yang diproduksi oleh hati dan usus kecil. HDL yang matang akan berkembang dari HDL yang baru lahir saat mendekati makrofag untuk mengekstrak kolesterol yang disimpan di sana. Enzim LCAT (*Lecithin Cholesterol Acyltransferase*) akan mengesterifikasi kolesterol yang telah diserap HDL menjadi kolesterol ester, yang kemudian dapat disampaikan melalui salah satu dari dua cara. HDL dapat melakukan tugasnya sebagai pembersih kolesterol makrofag melalui salah satu dari dua cara yaitu langsung ke hati atau secara tidak langsung melalui VLDL dan IDL, yang kemudian

akan kembali ke hati. Reseptor kolesterol HDL berikatan dengan rute hati, yang merupakan jalur pertama. Dengan bantuan CETP (*Cholesterol Ester Transfer Protein*), jalur kedua melibatkan esterifikasi kolesterol HDL dengan trigliserida dari VLDL dan IDL (Santi, 2012).

### **3. Fungsi Kolesterol**

#### **a. Membantu pembentukan vitamin D**

Dalam tubuh manusia, vitamin memiliki peran penting. Salah satunya adalah membentuk gigi dan tulang. Manfaat vitamin D yang diproduksi tubuh diterima oleh tubuh itu sendiri. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan kolesterol untuk membantu produksi kehadiran vitamin ini.

#### **b. Membantu penyerapan lemak**

Tubuh membutuhkan bantuan dan rangsangan dari zat lain dalam proses penyerapan makanan yang telah dicerna. Manfaat kolesterol adalah membantu produksi garam empedu dalam tubuh. Membantu usus menyerap lemak yang telah dicerna oleh tubuh melalui makanan yang dikonsumsi sebagai salah satu aktivitasnya.

#### **c. Membantu penyusunan hormon**

Tubuh menggunakan kolesterol sebagai blok bangunan untuk hormon, membran, dan dinding sel. Ini juga memainkan peran penting dalam produksi asam empedu, hormon steroid, dan vitamin D (Anwar, 2013).

#### 4. Jenis-Jenis Kolesterol

##### a. Trigliserida

Jenis lemak yang paling umum di dalam tubuh adalah trigliserida dan merupakan jenis lemak lain selain kolesterol baik dan jahat. Jenis kolesterol khusus ini berfungsi sebagai penyimpan energi yang diperoleh tubuh dari makanan dan diubah menjadi lemak. Lipid ini juga dapat meningkatkan kemungkinan terkena penyakit jantung, oleh karena itu semakin sehat kadar trigliserida, semakin baik.

##### b. *Low Density Lipoprotein* (LDL)

*Low Density Lipoprotein* (LDL) adalah jenis kolesterol jahat yang dapat menumpuk di pembuluh darah dan menyebabkan penyempitan jika kadarnya terlalu tinggi. Jika pembuluh darah menyusut, sirkulasi darah akan terganggu, dan risiko penyakit kardiovaskular, seperti serangan jantung, akan meningkat.

##### c. *High Density Lipoprotein* (HDL)

*High Density Lipoprotein* (HDL) adalah suatu bentuk kolesterol baik, memiliki peran penting dalam tubuh dengan mencegah penyakit jantung.

##### d. *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL)

*Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) adalah lipoprotein yang mengangkut kolesterol dari hati ke jaringan perifer yang terdiri dari 60% trigliserida dan 10-15% kolesterol.

##### e. Kolesterol total

Kolesterol total adalah jumlah kadar trigliserida, kolesterol baik, dan kolesterol jahat dalam setiap desiliter darah. Keadaan umum kadar kolesterol biasanya dapat ditentukan hanya dengan melihat kadar kolesterol total dan HDL.

f. Kilomikron

Usus kecil menghasilkan kilomikron, yaitu lipoprotein yang membawa trigliserida dari makanan ke jaringan.

## 5. Faktor yang Mempengaruhi Kolesterol

a. Genetik

Seseorang mungkin mengalami hiperkolesterolemia jika ada riwayat keluarga dengan kondisi tersebut. Kadar kolesterol juga bisa berubah akibat anomali genetik pada gen yang mengontrol metabolisme lemak. Kondisi ini biasanya didapat dari kedua orang tuanya. *Hiperkolesterolemia familial* adalah kondisi herediter yang jarang terjadi yang disebabkan oleh kesalahan pada gen reseptor LDL. Kolesterol tinggi diturunkan dalam keluarga karena penyakit genetik. *Hiperkolesterolemia familial* dapat bermanifestasi gejala seperti endapan kolesterol, khususnya berupa garis putih pada kulit di sekitar mata, meski kolesterol tinggi tidak menimbulkan gejala. Selain itu tes genetik atau tes kolesterol dapat mengidentifikasi masalah ini (Nurrahmani, 2012).

b. Usia

Semakin tua seseorang akan lebih banyak duduk dibandingkan melakukan aktivitas fisik tidak seperti remaja dan anak muda jadi akan lebih rentan terhadap serangan kolesterol tinggi. (Mumpuni, 2011). Massa tubuh tanpa lemak sering menurun seiring bertambahnya usia sedangkan pertumbuhan jaringan lemak meningkat (Soetardjo, 2011). Peluang seseorang terkena hiperkolesterolemia akan meningkat seiring bertambahnya usia dan melakukan kebiasaan makan makanan tinggi kolesterol.

c. Jenis kelamin

Perempuan memiliki hormon seks yaitu estrogen yang diketahui dapat menurunkan kolesterol darah, sedangkan laki-laki memiliki hormon seks androgen yang dapat meningkatkan kadar kolesterol darah. Oleh karena itu menyebabkan atropi jaringan, peningkatan lemak perut, kolesterol total yang lebih tinggi, dan peningkatan risiko penyakit jantung adalah konsekuensi dari defisiensi estrogen akibat menopause pada perempuan. Perempuan lebih mungkin dibandingkan laki-laki untuk memiliki kolesterol total tinggi.

d. Aktivitas fisik

Olahraga merupakan salah satu jenis aktivitas fisik yang dilakukan untuk meningkatkan kesehatan seseorang. Gerakan yang dilakukan oleh tubuh dan sistem bantunya disebut sebagai aktivitas fisik. Otot membutuhkan energi dari sumber selain metabolisme untuk bergerak saat berolahraga. Berapa banyak otot bergerak, berapa lama aksi berlangsung, dan berapa banyak berat yang terlibat, semuanya memengaruhi berapa banyak energi yang dibutuhkan.

Olahraga teratur yang dilakukan minimal tiga kali seminggu dengan total waktu sekitar 45 menit merupakan aktivitas yang bermanfaat dapat menurunkan kadar kolesterol. Olahraga seperti senam, aerobik, jalan kaki, berenang, jogging, atau bersepeda yang melatih otot-otot besar di tubuh, seperti paha, lengan atas, dan pinggul, disarankan. Orang yang rutin berolahraga dapat memperoleh 50-85% energi yang dibutuhkannya dari lemak (Ayuandira, 2012).

Berikut adalah jenis-jenis aktivitas fisik berdasarkan nilai PAL:

- 1) Aktivitas fisik ringan (*sedentary lifestyle*) = 1,40-1,69

Aktivitas fisik ringan didefinisikan sebagai aktivitas yang berlangsung kurang dari 30 menit, seperti tidur, menonton televisi, mengendarai mobil, atau jalan-jalan singkat.

- 2) Aktivitas fisik sedang (*active or moderately active lifestyle*) = 1,70-1,99

Olahraga sedang selama 30 menit, seperti jogging, perawatan ringan, naik bus, atau berlatih aerobik intensitas rendah.

- 3) Aktivitas fisik berat (*vigorous or vigorously active lifestyle*) = 2,00-2,40.

Aktivitas yang menuntut fisik dan berlangsung lebih lama dari 30 menit, seperti berkebun, bertani, angkat berat, berjalan jauh sambil membawa beban, dan pekerjaan mekanis.

e. Status gizi

Status gizi adalah keadaan tubuh akibat konsumsi makanan dan pemanfaatan zat gizi. Mencapai status gizi yang optimal, yang mendorong pertumbuhan fisik, perkembangan intelektual, kapasitas kerja, dan kesehatan secara keseluruhan, bergantung pada tubuh yang memperoleh nutrisi yang cukup dan memanfaatkannya secara efektif. Penghitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat digunakan untuk menilai status gizi, khususnya pada individu yang kurus dan kelebihan berat badan. Sementara kelebihan berat badan meningkatkan bahaya penyakit degeneratif, kekurangan berat badan meningkatkan kemungkinan penyakit menular. Akibatnya, menjaga berat badan yang sehat memungkinkan seseorang untuk hidup lebih lama hingga usia tua.

f. Indeks Masa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah cara cepat untuk melacak kesehatan nutrisi orang dewasa, terutama jika mereka kurus atau kelebihan berat badan. Berat badan (kg) dibagi tinggi badan (meter) kuadrat adalah rumus perhitungan IMT. Asupan dan pengeluaran energi harus seimbang agar tidak terjadi obesitas atau kelebihan berat badan. Tubuh akan menyimpan energi ekstra sebagai lemak jika diperlukan. Risiko berkembangnya resistensi insulin, hipertensi, dan hiperkolesterolemia meningkat seiring dengan penumpukan lemak, terutama di perut (Soetardjo, 2011).

g. Obat-obatan

Kebiasaan menggunakan obat-obatan dapat berdampak pada kadar kolesterol darah. Obat-obatan ini terbagi dalam dua kategori yaitu yang meningkatkan produksi kolesterol dan yang menurunkan kadar kolesterol darah. Steroid, beta-blocker, dan diuretik adalah beberapa obat yang dapat meningkatkan kadar kolesterol. Statin dan fibrat adalah dua contoh obat yang dapat menurunkan kadar kolesterol darah (Risksedas, 2013).

**B. Pegawai Non-Medis**

Pegawai non medis adalah mereka yang bekerja pada posisi yang tidak berinteraksi langsung dengan pasien seperti pada bagian umum yaitu administrasi, satpam, *cleaning service*, tukang kebun, dan lain sebagainya. Meskipun mereka adalah rekan kerja di bidang non-medis, namun aktivitas fisik mereka berbeda, misalnya antara pegawai administrasi dan *cleaning service*. *Cleaning service* bekerja baik di dalam maupun di luar ruangan dan bergerak lebih dari pegawai administrasi yang melakukan pekerjaannya di dalam ruangan sambil duduk di depan komputer. Tingkat lemak dalam tubuh seseorang dipengaruhi oleh tingkat

aktivitasnya, dan pegawai administrasi mungkin memiliki tingkat lemak yang lebih tinggi daripada *cleaning service* dalam hal aktivitas fisik karena aktivitas fisik yang teratur, seperti tugas sehari-hari, dapat meningkatkan kadar HDL dan meningkatkan kadar HDL membantu dalam mencegah timbunan lemak pada dinding pembuluh darah (Aziza, 2014).

## **C. Pemeriksaan Kadar Kolesterol**

### **1. Metode POCT (*Point of Care Testing*)**

Metode POCT terdiri dari serangkaian uji lab mudah yang dilakukan dengan menggunakan alat meter. Metode POCT hanya ditujukan untuk sampel darah kapiler sedangkan sampel serum atau plasma tidak dapat digunakan. Alat ukur kolesterol darah total, strip tes kolesterol darah total, dan autoclick lancet (jarum sampel) adalah komponen tes POCT untuk kolesterol darah total. Alat ukur kolesterol adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar kolesterol darah total menggunakan penginderaan elektrokimia dan strip membran yang dilapisi dengan enzim *cholesterol oxidase*. Teknik ini memiliki keuntungan yaitu mudah digunakan, membutuhkan sampel kecil, harganya terjangkau, dan memberikan hasil dengan cepat. Kelemahan alat ini adalah menghasilkan hasil yang kurang akurat yang dapat dipengaruhi oleh peralatan lain seperti baterai (Menkes, 2014).



Gambar 1 POCT

Sumber : [www.alkesmall.com](http://www.alkesmall.com)

## 2. Metode CHOD-PAP (*Cholesterol Oxidase-Peroxidase Aminoantipyrine Phenol*)

Dengan mengukur kolesterol total teroksidasi dan terhidrolisis secara enzimatik, teknik CHOD-PAP menganalisis kolesterol total. Dengan fenol dan peroksida, indikator kuinoneimin dibuat dari hidrogen peroksida dan 4-aminoantipyrine. Dibutuhkan sampel darah yang banyak dan waktu yang lama untuk mengolah sampel yang dapat dimanfaatkan sebagai sampel serum atau plasma karena bukan sampel darah kapiler (Arissandi, 2019). Prinsip pemeriksaan metode kolorimetri enzimatik untuk mengukur kadar kolesterol total adalah bahwa enzim kolesterol esterase mengubah ester kolesterol menjadi kolesterol dan asam lemak. Enzim *cholesterol oxidase* kemudian memecah kolesterol yang baru diproduksi menjadi kolesterol-3-one dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida diubah menjadi zat berwarna merah. Pada  $\lambda$  546 nm, intensitas warna yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi kolesterol total. Kelebihan CHOD-PAP antara lain hasil yang lebih akurat dan merupakan metode yang direkomendasikan oleh WHO/IFCC atau gold standard untuk pengujian kolesterol karena penggunaan

sampel serum atau plasma. Kekurangan alat ini termasuk waktu evaluasi yang lama dan biaya yang relatif tinggi (Maulia, 2013).



Gambar 2 CHOD-PAP

Sumber : [www.anamollabs.com](http://www.anamollabs.com)

### **3. Metode *Liebermann Burchard***

Prinsip metode ini adalah bahwa ketika asam sulfat pekat dan anhidrida asetat bereaksi dengan kolesterol tanpa adanya air, polimer hidrokarbon tak jenuh terbentuk dan memberikan warna biru-hijau yang kuat pada reaksi. Gugus hidroksil dalam kolesterol terprotonasi untuk memulai proses pewarnaan, yang melepaskan air untuk membentuk karbonium 3,5 kolestadiena. Senyawa ini kemudian dioksidasi oleh ion sulfit untuk membentuk kromofor asam kolestaheksaena-sulfonate. Absorbansi melalui spektrofotometri kemudian digunakan untuk menentukan warna yang dihasilkan (Maulia, 2013).

### **4. Metode *Iron Salt Acid***

Dalam teknik ini, p-TSA bereaksi dengan turunan kolesterol untuk membuat molekul kromofor, yang selanjutnya menyebabkan penyerapan dalam spektrometri. Hasilnya adalah kation tetraenilik (Maulia, 2013).