

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kadar Kolesterol**

##### **2.1.1. Definisi Kolesterol**

Kolesterol adalah sterol utama yang terdapat dalam tubuh manusia dan memiliki peran penting sebagai komponen struktural pada membran sel serta lipoprotein. Hati adalah organ penting yang bertanggung jawab dalam produksi kolesterol. Sebagian besar kolesterol diekskresikan melalui empedu, di mana ia diubah menjadi asam empedu untuk mendukung proses pencernaan. Selain itu, kolesterol juga dapat dikeluarkan dari tubuh melalui dinding usus secara langsung, sementara sebagian lainnya diolah oleh usus dengan bantuan hormon dari kelenjar gondok (Sari et al., 2024).

Kolesterol merupakan alkohol steroid, yang termasuk dalam kategori lemak dan biasanya diperoleh dari sumber hewani seperti daging, minyak, empedu, susu, dan kuning telur. Mayoritas kolesterol disintesis oleh hati, sedangkan sejumlah kecil lainnya diperoleh dari makanan. Namun, jika kadar kolesterol di dalam pembuluh darah terlalu tinggi, hal ini dapat menyebabkan terbentuknya endapan, kristal, atau lempengan yang dapat mempersempit dan menyumbat pembuluh darah (Mulyana et al., 2023).

##### **2.1.2. Jenis-Jenis Kolesterol**

###### **1. *High Density Lipoprotein***

*High-Density Lipoprotein* (HDL) merupakan salah satu komponen penting dalam profil lipid dalam darah yang sering dikenal sebagai “kolesterol baik”. Fungsi utama HDL adalah mengangkut kelebihan kolesterol dari dinding arteri kembali ke hati untuk diproses atau dieliminasi. Melalui proses ini, HDL berkontribusi dalam membersihkan arteri dari akumulasi kolesterol yang berpotensi membentuk plak serta dapat menghambat aliran darah, sehingga meningkatkan risiko penyakit jantung. Kadar HDL yang tinggi dalam darah umumnya dikaitkan dengan penurunan risiko terhadap penyakit jantung dan stroke (Rais et al., 2024).

## **2. *Low Density Lipoprotein***

*Low-Density Lipoprotein* (LDL) merupakan salah satu komponen utama dalam profil lipid darah yang sering disebut sebagai “kolesterol jahat” LDL berfungsi untuk mengangkut kolesterol dari hati ke sel-sel tubuh, di mana kolesterol tersebut dimanfaatkan sebagai sumber energi atau untuk memenuhi kebutuhan seluler. Meskipun keberadaannya penting bagi fungsi tubuh, peningkatan kadar kolesterol LDL dalam darah dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius. Kadar LDL yang tinggi berisiko menyebabkan penumpukan kolesterol di dalam dinding arteri, yang berpotensi mengakibatkan pembentukan plak aterosklerotik. Plak tersebut dapat menyumbat arteri dan menghambat aliran darah, sehingga meningkatkan risiko terjadinya serangan jantung dan stroke (Rais et al., 2024).

## **3. Trigliserida**

Trigliserida merupakan jenis lemak yang terdapat dalam darah dan memiliki peranan yang signifikan dalam profil lipid tubuh. Lemak ini diperoleh dari makanan yang dikonsumsi dan juga dapat diproduksi oleh tubuh sebagai sumber energi. Kadar trigliserida yang tinggi dalam darah berpotensi meningkatkan risiko terjadinya penyakit jantung dan gangguan pembuluh darah. Apabila kadar trigliserida berada pada tingkat yang tinggi, terdapat kemungkinan terjadinya penumpukan lemak dalam arteri yang dapat berujung pada aterosklerosis, yaitu proses pengerasan dan penyempitan arteri, yang merupakan faktor risiko utama penyakit jantung. Kadar trigliserida yang tinggi sering kali dihubungkan dengan gaya hidup yang kurang sehat, termasuk pola makan yang akan karbohidrat sederhana dan lemak jenuh, serta minimnya aktivitas fisik. (Rais et al., 2024).

### **2.1.3. Metabolisme Kolesterol**

Proses metabolisme kolesterol melibatkan hampir seluruh kolesterol dan fosfolipid yang diserap di gastrointestinal dan diangkut ke dalam kilomikron yang dibentuk di mukosa usus. Kilomikron sebagian besar terdiri dari trigliserida, sedangkan komponen lainnya meliputi fosfolipid (9%), kolesterol (3%), dan apoprotein B (1%). Setelah kilomikron melepaskan trigliseridanya di jaringan adiposa, sisa kilomikron akan mengalirkan kolesterol ke hati (Sinulingga, 2020).

Metabolisme kolesterol mencakup sistem endogen yang terdiri dari *very-low-density lipoprotein* (VLDL), *high-density lipoprotein* (HDL), *low-density lipoprotein* (LDL), dan *intermediate density lipoprotein* (IDL), yang berfungsi mengangkut trigliserida dan kolesterol ke seluruh tubuh. VLDL terbentuk di hati dan bertugas mengangkut trigliserida yang dihasilkan dari asam lemak dan karbohidrat ke jaringan ekstra hati. VLDL akan berubah menjadi IDL ketika sebagian besar trigliserida telah dikeluarkan oleh *lipoprotein lipase*. IDL kemudian melepaskan fosfolipid dan, dengan bantuan enzim plasma lesitin kolesterol asiltransferase, akan mengambil ester kolesterol yang dihasilkan dari kolesterol di HDL. Selanjutnya, sebagian dari IDL diserap oleh hati, sementara sisa IDL akan melepaskan lebih banyak trigliserida dan protein, sehingga berubah menjadi LDL. LDL akan diambil melalui proses endositosis dengan bantuan reseptor yang mengenali komponen APO100 di hati dan di jaringan ekstra hati (Sinulingga, 2020).

#### **2.1.4. Fungsi Kolesterol**

Kolesterol merupakan komponen yang penting dalam tubuh manusia, berperan dalam pembentukan membran sel serta metabolisme lipid. Fungsi utama kolesterol adalah mempertahankan struktur dan mengatur fluiditas membran sel melalui interaksi dengan komponen lipid yang kompleks (Christie dan Jakubowski, 2023). Selain itu, kolesterol juga berfungsi sebagai prekursor dalam sintesis berbagai senyawa, termasuk vitamin D, hormon steroid (seperti glukokortikoid, estrogen, progesteron, androgen, dan aldosteron), serta hormon yang dihasilkan oleh korteks adrenal. Di samping itu, kolesterol berperan sebagai garam empedu yang mendukung proses pencernaan, dengan membantu penyerapan vitamin A, D, E, dan K yang larut dalam lemak oleh usus, sebelum akhirnya diekskresikan melalui feses (Huff et al., 2023).

#### **2.1.5. Kadar Kolesterol dalam Darah**

Titik batas kadar kolesterol ditetapkan oleh *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel* (NCEP-ATP) yang bertujuan sebagai pedoman untuk mengedukasi tenaga medis serta masyarakat umum mengenai

pentingnya pengidentifikasian dan penanganan kolesterol darah yang tinggi guna mengurangi risiko terjadinya penyakit jantung koroner. Kadar kolesterol total dalam darah dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori yang penting untuk penilaian risiko kesehatan, terutama terkait dengan penyakit kardiovaskular kadar kolesterol total dapat dibagi menjadi tiga kategori utama: normal, *borderline* tinggi, dan tinggi. (Clebak & Dambro, 2020).

**Tabel 2.1** Klasifikasi kadar Kolesterol menurut NCEP-ATP

Klasifikasi	Kadar Kolesterol (mg/dL)
Normal	≤ 200
<i>Borderline</i> Tinggi	200 - 239
Tinggi	≥ 239

### 2.1.6. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kolesterol

#### 1. Genetik

Peningkatan kadar kolesterol dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, khususnya disebabkan oleh perubahan pada apolipoprotein B atau mutasi dalam gen reseptor LDL. Anomali pada reseptor LDL menyebabkan penurunan fungsi reseptor di hati, yang mengakibatkan berkurangnya pembersihan LDL dari aliran darah. Kenaikan kadar LDL dalam plasma pada gilirannya meningkatkan laju produksi untuk menyesuaikan dengan penurunan pembersihan LDL. Mekanisme ini akhirnya mengakibatkan peningkatan tingkat kolesterol LDL (LDL-C) (Martinez dan Ascaso, 2019).

#### 2. Usia

Seiring bertambahnya usia, individu semakin rentan terhadap peningkatan kadar kolesterol dalam tubuh. Fenomena ini terjadi karena seiring dengan pertambahan usia, kebiasaan bergerak seseorang cenderung menurun, berbeda halnya dengan anak-anak dan remaja yang biasanya lebih aktif. Penurunan aktivitas fisik ini sejalan dengan penurunan kinerja organ-organ tubuh yang terjadi seiring bertambahnya usia. Kemampuan reseptor *Low-Density Lipoprotein* (LDL) juga mengalami penurunan, yang berakibat pada peningkatan kadar LDL dalam darah. Hal ini berpotensi menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pembuluh darah. Seiring bertambahnya usia, laju penurunan kemampuan reseptor LDL akan meningkatkan sintesis kolesterol dalam tubuh, yang pada gilirannya akan

berkontribusi pada peningkatan kadar kolesterol. Reseptor LDL berperan sebagai faktor penghambat (inhibitor) dalam sintesis kolesterol, sehingga penurunan aktivitas reseptor ini memiliki dampak signifikan terhadap keseimbangan kadar kolesterol dalam tubuh (Anis dan Chaniago, 2021).

### **3. Jenis Kelamin**

Kadar kolesterol pada pria dan wanita mengalami peningkatan mulai usia 20 tahun. Pada pria, kadar kolesterol terus meningkat hingga usia 50 tahun. Namun, kadar kolesterol pada wanita sebelum menopause cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pria pada usia yang sama. Sebelum menopause, hormon estrogen berperan dalam meningkatkan anabolisme protein, termasuk pembentukan *High Density Lipoprotein* (HDL). Sebaliknya, setelah menopause, terjadi defisiensi estrogen yang dapat menyebabkan peningkatan kadar kolesterol dalam darah serta meningkatkan risiko arteriosclerosis (Karyatin, 2019).

### **4. Aktivitas Fisik**

Pengeluaran energi melalui aktivitas fisik, seperti berolahraga atau kegiatan lainnya yang sebanding dengan kerja otot, dapat berkontribusi terhadap penurunan berat badan dan lemak. Hal ini juga berdampak pada kadar kolesterol dengan mengubah transformasi kolesterol dalam darah menjadi energi. Selain itu, aktivitas fisik memiliki berbagai manfaat lainnya, antara lain memperkuat otot jantung, meningkatkan kapasitas jantung, serta menurunkan tekanan darah. Oleh karena itu, sangat penting untuk menjaga tingkat aktivitas fisik demi menjaga Kesehatan jantung dan memastikan kadar kolesterol tetap berada dalam batas normal (Ibrahim dan Prawata, 2020).

### **5. Asupan Gizi**

Asupan gizi atau pola makan adalah salah satu faktor risiko lingkungan utama yang berkontribusi terhadap penyakit kardiovaskular melalui pengaruhnya terhadap kadar kolesterol dalam darah. Asupan gizi, khususnya asupan asam lemak, memiliki hubungan yang erat dengan peningkatan kadar kolesterol LDL dalam plasma darah. Konsumsi asam lemak jenuh, yang umumnya diperoleh dari produk hewani, dalam jumlah yang berlebihan dapat secara signifikan meningkatkan kadar kolesterol LDL maupun HDL. Sebaliknya, asupan asam lemak tidak jenuh, dapat menurunkan kadar kolesterol LDL dan HDL dalam darah

(Roziana et al., 2024).

### **2.1.7. Hiperkolesterolemia**

Hiperkolesterolemia merupakan suatu kondisi di mana terdapat peningkatan konsentrasi kolesterol dalam darah yang melebihi nilai normal  $\geq 200$  mg/dl (Sinulingga, 2020). Kadar kolesterol yang tinggi, atau hiperkolesterolemia ini, dapat menyebabkan berbagai masalah, terutama terkait dengan pembuluh darah dan otak. Jika kadar kolesterol melebihi batas normal, kondisi ini dapat memicu terjadinya aterosklerosis. Aterosklerosis dapat menyebabkan penyumbatan pada pembuluh darah arteri. Dinding arteri yang mengalami aterosklerosis akan menjadi lebih tebal dan kaku akibat penumpukan kolesterol, sehingga terjadi penyempitan, pengerasan, serta kehilangan kelenturan pada saluran arteri. Berbagai penelitian, baik yang bersifat epidemiologis, biokimia, maupun eksperimental, menunjukkan bahwa kolesterol memainkan peranan penting dalam pembentukan aterosklerosis. Apabila sel-sel otot arteri terakumulasi lemak, elastisitasnya akan berkurang, yang berdampak pada kemampuan dalam mengatur tekanan darah. Hal ini dapat mengakibatkan berbagai penyakit, seperti hipertensi, aritmia, stroke, dan sebagainya (Permatasari et al., 2022).

Berdasarkan penyebabnya, hiperkolesterolemia dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu hiperkolesterolemia primer dan sekunder. Hiperkolesterolemia primer disebabkan oleh kelainan genetik, sementara hiperkolesterolemia sekunder timbul akibat kelainan lainnya, seperti penyakit hipotiroidisme, sindrom nefrotik, diabetes mellitus, serta kelainan metabolik seperti obesitas. Selain itu, hiperkolesterolemia sekunder juga dapat dipengaruhi oleh faktor eksternal, termasuk pola hidup yang tidak sehat (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2021).

### **2.1.8. Pengobatan Kolesterol**

Pengobatan kolesterol dapat dilakukan dengan dua cara pengobatan yaitu dengan pengobatan secara farmakologi dan nonfarmakologi.

- 1) Pengobatan kadar kolesterol tinggi secara farmakologi dapat dilakukan melalui pemberian berbagai jenis obat normolipidemia, yang meliputi golongan

obat statin, fibrat, resin, inhibitor absorpsi kolesterol selektif, serta asam nikotinat. Pengobatan farmakologi ini tujuan untuk menurunkan kadar kolesterol LDL (*Low-Density Lipoprotein*) dan meningkatkan kadar kolesterol HDL (*High-Density Lipoprotein*) dalam darah Mereka bekerja dengan menghambat enzim HMG-CoA reduktase, yang terlibat dalam produksi kolesterol di hati. Pelaksanaan pengobatan farmakologi tersebut harus mempertimbangkan sejumlah faktor terkait dengan klien, termasuk biaya, karakteristik demografi, penyakit penyerta, serta kualitas hidup (Marleni et al., 2021).

2) Pengobatan nonfarmakologi kolesterol tinggi biasa dilakukan dengan merubah gaya hidup seperti diet sehat, olahraga, dan penggunaan bahan herbal. *Moringa oleifera*, yang dikenal sebagai pohon kelor, merupakan salah satu tanaman herbal yang tumbuh di Indonesia dan merupakan sumber daya alam yang banyak dimanfaatkan untuk kepentingan kesehatan. Tanaman herbal ini sering digunakan dalam pengobatan untuk mengatasi berbagai penyakit serta meningkatkan kondisi kesehatan tubuh secara keseluruhan. *Moringa oleifera* mengandung beragam senyawa fitokimia, termasuk alkaloid, flavonoid, steroid, glikosida, dan senyawa lainnya, yang telah terbukti memiliki potensi sebagai antimikroba, antioksidan, antikanker, antidiabetes, serta dalam menurunkan kadar kolesterol, di samping manfaat-manfaat kesehatan lainnya.

## **2.2. Daun Kelor**

### **2.2.1. Definisi Daun Kelor**

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang telah tumbuh dan berkembang di kawasan tropis, termasuk di Indonesia. *Moringa oleifera* termasuk dalam kelompok tanaman silangan dan tergolong dalam famili Moringaceae. Tanaman ini umum dikenal oleh masyarakat sebagai pohon lobak atau pohon stik drum, dan merupakan sumber makanan pokok yang populer di berbagai belahan dunia. Konsumsi kelor tidak hanya didasarkan pada nilai gizi yang tinggi, tetapi juga pada berbagai manfaat medis yang ditawarkannya (Berawi et al., 2019).

Tanaman kelor yang dikenal dengan sebutan *The Miracle Tree*, memiliki karakteristik unik karena setiap bagiannya memberikan manfaat yang signifikan,

memiliki kandungan gizi yang tinggi, serta beragam khasiat obat yang dapat digunakan untuk pengobatan dan pengelolaan berbagai penyakit. Tanaman ini dapat dimanfaatkan sebagai sayuran dan minuman. Berbagai potensi nutrisi dan khasiat terapeutik telah diidentifikasi pada akarnya, kulit kayu, daun, bunga, buah-buahan, serta biji-bijian. Dalam konteks pengobatan tradisional, *Moringa oleifera* telah dimanfaatkan untuk mengobati dan mengelola berbagai penyakit, termasuk sebagai antihipertensi, antioksidan, antimikroba, antibakteri, antispasmodik, antijamur, antiinflamasi, pengobatan tuberkulosis, analgesik, agen antidiabetes, diuretik, penurun kolesterol, serta memiliki sifat *hepatoprotektif*. Selain itu, tanaman ini juga menunjukkan potensi efek *hipolipidemik*, *antiaterosklerotik*, dan dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh (Berawi et al., 2019).

### 2.2.2. Morfologi Daun Kelor

Daun kelor (*Moringa oleifera*) memiliki ciri morfologi khas yang mencerminkan ketahanan dan manfaat alaminya sebagai tanaman herbal. Tumbuh optimal pada tanah bertekstur pasir atau liat dengan pH sedikit asam, tanaman ini dapat mencapai tinggi 5 hingga 12 meter dengan batang lurus berdiameter antara 10 hingga 30 cm. Daunnya berbentuk oval, kecil, dan tersusun secara majemuk dengan pola selang-seling serta memiliki anak daun gasal.



**Gambar 2.1.** Daun kelor (*Moringa oleifera*)

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Peneliti, 2025)

Helai daun yang berwarna hijau muda sering digunakan dalam pengobatan tradisional karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.1, struktur daun kelor tampak jelas dengan ciri khas bentuk dan warnanya. Selain itu, tanaman ini menghasilkan bunga putih kekuningan dengan pelepah hijau, serta buah memanjang berbentuk segitiga sepanjang 20 hingga 60

cm yang dikenal sebagai kelentang. Buah ini mengandung biji berbentuk bulat dengan warna coklat kehitaman (Berawi et al., 2019).

Menurut Integrated Taxonomic Information System (2017), klasifikasi tanaman kelor sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Brassicales  
Familia : Moringaceae  
Genus : Moringa  
Spesies : *Moringa oleifera*

### **2.2.3. Kandungan Daun Kelor**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kandungan senyawa dalam daun kelor yang terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah dan kolesterol. Kandungan Vitamin C pada daun kelor diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Antioksidan berfungsi sebagai inhibitor untuk menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif membentuk radikal bebas tak reaktif yang relative stabil. Kandungan beta karoten pada daun kelor juga melindungi membrane lipid dari peroksidasi dan sekaligus menghentikan reaksi rantai dari radikal bebas (Susanty et al., 2019).

Daun kelor juga mengandung beta sitosterol yang menurunkan kadar kolesterol dengan cara menurunkan konsentrasi LDL dalam plasma dan menghambat reabsorpsi kolesterol dari sumber endogen. *Moringa oleifera* mengandung berbagai senyawa, seperti tanin, saponin, flavonoid, terpenoid, dan glikosida, yang masing-masing memiliki sifat terapeutik tertentu. Penelitian menunjukkan bahwa senyawa-senyawa ini efektif sebagai agen antioksidan, antimikroba, serta sebagai zat yang memiliki potensi dalam pencegahan kanker. Kandungan flavonoids dan polyphenols secara signifikan dapat meningkatkan SOD dan katalase serta menurunkan kadar lipid peroksidase sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol (Wahyu et al., 2019).

## 1. Flavonoid

Kandungan flavonoid pada daun kelor dapat diidentifikasi melalui tampilan bercak berwarna kuning setelah perlakuan penyemprotan dengan larutan  $AlCl_3$  10%. Flavonoid merupakan komponen alami yang termasuk dalam kategori variabel fenolik, dan dapat ditemukan di berbagai sumber, termasuk buah-buahan, sayuran, biji-bijian, kulit kayu, akar, batang, bunga, teh, dan anggur. Senyawa flavonoid memiliki manfaat yang signifikan bagi kesehatan dan diakui sebagai komponen yang sangat penting dalam berbagai aplikasi nutraceutical, farmasi, obat-obatan, dan kosmetik. Flavonoid diketahui memiliki sifat antioksidan, anti-inflamasi, anti-mutagenik, dan anti-karsinogenik, serta kemampuan untuk memodulasi fungsi enzim seluler utama. Flavonoid mampu memperbaiki fungsi endotel pembuluh darah, dapat bersifat hipolipidemik, serta sebagai antioksidan. Flavonoid dapat mencegah proses peroksidasi lipid. Flavonoid dalam kloroplas juga berpotensi menjaga integritas membran amplop melalui lipid renovasi selama dehidrasi seluler, dan karenanya mencegah oksidatif kerusakan (Ola, 2020).

## 2. Tannin

Tannin yang umumnya dikenal sebagai asam tanat, adalah sejenis polifenol larut dalam air yang ditemukan di berbagai jenis tumbuhan. Tanin terdiri dari oligomer dan polimer proantosiandin yang tersusun atas unit katekin, yang merupakan senyawa flavan-3-ol. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tshabalala et al. (2019), kandungan tanin dalam *Moringa oleifera* berkisar antara 13,2 g (setara asam tanat) TAE/kg dan 20,6 g/kg pada daun yang dikeringkan dengan udara. Di dalam daun kelor, tanin berkontribusi sekitar 3,2% dari bahan kering. Tanin memiliki sifat antimikroba yang dapat dimanfaatkan dalam pengolahan makanan guna meningkatkan umur simpan produk tertentu. Selain itu, tanin juga telah dilaporkan memiliki berbagai efek fisiologis lainnya, seperti mempercepat proses pembekuan darah, menurunkan tekanan darah, mengurangi kadar lipid serum, menyebabkan nekrosis hati, serta memodulasi respons imun (Ola, 2020).

### 3. Alkaloid

Pada daun kelor terdapat kandungan alkaloid yang ditunjukkan melalui pembentukan endapan putih setelah penambahan pereaksi Dragendorf. Alkaloid merupakan sekelompok produk alami yang memiliki variasi struktur yang beraneka ragam, serta senyawa ini dikenal memiliki berbagai aktivitas biologis. Selain itu, alkaloid juga menunjukkan sifat-sifat seperti alkali dan minimal memiliki satu atom nitrogen dalam struktur heterosikliknya. Kandungan alkaloid pada tanaman dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk dalam pengembangan obat-obatan. Alkaloid alami yang berasal dari tumbuhan atau tanaman obat telah menarik perhatian yang signifikan, terutama karena sifat antioksidan dan antiinflamasi yang sangat baik. Lebih jauh lagi, sejumlah penelitian telah melaporkan bahwa alkaloid ini mampu mengurangi peradangan serta kerusakan kolon pada berbagai model colitis (Ola, 2020).

### 4. Saponin

Pada daun kelor, terdapat kandungan saponin yang dapat dibuktikan melalui pembentukan busa yang stabil setelah melalui proses pemanasan dan pengocokan. Saponin merupakan glikosida triterpen atau steroid yang memiliki berat molekul tinggi dan secara alami ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan. Tanaman yang mengandung saponin sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional. Senyawa saponin menunjukkan beragam aktivitas biologis dan memiliki efek farmakologis yang signifikan sebagai bahan terapeutik. Saponin dapat dimanfaatkan dalam pengobatan sebagai antikolesterolemia, anti-inflamasi, anti-parasit, anti-bakteri, serta anti-virus. Selain itu, saponin juga berpotensi sebagai agen untuk pengobatan kanker dengan cara membunuh sel tumor melalui pemicu apoptosis pada beberapa jalur pensinyalan, termasuk pengaktifan reseptor kematian, penargetan mitokondria, dan pemicu stres oksidatif (Ola, 2020).

### 2.3. Metode Pemeriksaan Kolesterol

Pengukuran jumlah kolesterol total dapat dilakukan dengan berbagai metode, di antaranya adalah metode CHOD-PAP (*Cholesterol Oxidase Para Amino Phenazone*) dan metode POCT (*Point of Care Testing*).

Metode kolorimetri enzimatik, yang dikenal sebagai CHOD-PAP (*Cholesterol Oxidase Deaminase Peroksidase Aminoantipyrin*), merupakan metode yang diharuskan sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Prinsip pemeriksaan ini melibatkan pemecahan kolesterol ester menjadi asam lemak dan kolesterol dengan bantuan enzim kolesterol esterase. Kemudian, enzim kolesterol oksidase berperan dalam mengubah kolesterol yang dihasilkan menjadi hidrogen peroksida dan Cholesterol-3-one. Hidrogen peroksida yang terbentuk kemudian bereaksi dengan 4-aminoantipirin dan fenol, menghasilkan senyawa quinoneimine yang memberikan warna merah muda. Pada panjang gelombang 500 nm, intensitas warna yang dihasilkan sebanding dengan kadar total kolesterol (Anisa Fitri et al., 2024)

POCT (*Point of Care Testing*) merupakan metode analisis zat dalam darah yang memanfaatkan biosensor untuk menghasilkan muatan listrik dalam pemeriksaan bahan kimia tertentu. Pada metode ini, interaksi kimia antara strip elektroda dan konstituen darah tertentu, seperti kolesterol, diukur secara akurat. Nilai numerik yang diperoleh mencerminkan jumlah muatan listrik yang dihasilkan, yang berasal dari perubahan potensial listrik yang terjadi selama proses analisis. Angka tersebut diyakini berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang diukur dalam darah. Metode POCT untuk mengukur kadar kolesterol dalam darah melibatkan penggunaan alat pengukur kolesterol, strip tes kolesterol, dan autoclick lancet untuk pengambilan sampel darah. Alat pengukur kolesterol tersebut dilengkapi dengan sistem deteksi elektrokimia yang dibalut dengan enzim kolesterol oksidase pada strip membran (Anisa Fitri et al., 2024).