

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kolesterol

2.1.1 Definisi Kolesterol

Kolesterol merupakan sterol yang berasal dari binatang maupun manusia. Kolesterol yang ada dalam tubuh merupakan lipid yang disintesis oleh hati dan usus halus. Selain itu kolesterol juga terdapat pada makanan hewani yang dikonsumsi seseorang (Lingga, 2012). Tubuh memiliki kemampuan untuk menghasilkan kolesterol. Komponen pembentuk kolesterol berasal dari berbagai makanan yang dikonsumsi, walaupun bukan merupakan makanan yang mengandung kolesterol. Sebagian besar kolesterol yang ada dalam tubuh, dihasilkan sendiri oleh tubuh. Sekitar 70-80% kolesterol disintesis oleh tubuh sedangkan 20-25% sisanya berasal dari luar tubuh yaitu dari makanan yang dikonsumsi sehari-hari. Tubuh orang dewasa rata-rata menghasilkan 2000-3000 mg kolesterol per hari (Lingga, 2012). Hiperkolesterolemia berasal dari kata hiper yang artinya tinggi dan emia artinya darah. Hiperkolesterolemia merupakan salah satu kelainan kadar lemak dalam darah (dislipidemia) berupa peningkatan kadar kolesterol total puasa di dalam darah. Kelainan kadar lemak bukanlah suatu penyakit, tetapi merupakan faktor risiko bagi penyakit lainnya, terutama penyakit jantung dan pembuluh darah (Ruslianti, 2014).

Kolesterol total ialah senyawa kompleks yang termasuk kedalam lipid dan tidak dapat larut dalam air. Kolesterol membutuhkan sistem yang disebut dengan lipoprotein agar dapat berikatan dengan protein. Lipoprotein terdiri atas *High Density Lipoprotein* (HDL), *Low Density Lipoprotein* (LDL) dan *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL). Kolesterol HDL memiliki fungsi membersihkan pembuluh darah dari kolesterol LDL yang berlebihan (Sari, 2018).

2.1.2 Fungsi Kolesterol

Kolesterol dibutuhkan sebagai salah satu komponen pembentuk dinding-dinding sel pada tubuh. Dinding-dinding sel itulah yang membentuk tubuh dengan

baik. Sel-sel saraf terdiri atas kolesterol, termasuk sel-sel didalam otak. Seluruh bagian sel-sel yang ada ditubuh memerlukan kolesterol. Dan sebagai pembentukan hormon-hormon seperti testoteron, estrogen, progesteron. Kolesterol dibutuhkan untuk membuat vitamin D yang penting bagi kesehatan tulang, yang merupakan rangka penting sebagai penyangga tubuh. Dan yang tidak kalah pentingnya pula kolesterol dibutuhkan sebagai bahan pembentukan asam dan garam empedu yang berfungsi mengemulsi lemak dalam tubuh (Graha, 2010).

2.1.3 Klasifikasi Kolesterol

Lemak didalam darah terdiri atas beberapa jenis, yakni kolesterol, trigliserida, fosfolipid dan asam lemak. Lemak dan kolesterol tidak larut dalam plasma darah. Agar dapat dikirim ke seluruh tubuh, lemak dan kolesterol harus dikemas bersama protein menjadi partikel yang disebut lipoprotein. Macam-macam lipoprotein yaitu:

1. Kilomikron

Merupakan jenis lemak dalam darah yang mempunyai kandungan lemak lebih banyak dibanding dengan protein serta pengangkut lemak yang paling baik dalam darah.

2. Kolesterol LDL

Kolesterol LDL adalah singkatan dari kolesterol *Low Density Lipoprotein* atau yang sering disebut kolesterol jahat. Dalam susunannya, kolesterol LDL memiliki jumlah kolesterol yang terbanyak dibanding protein dan trigliserida. Sel hati memproduksi kolesterol dalam tubuh, kemudian disebarkan oleh sistem tubuh jaringan-jaringan tubuh. Kolesterol ini dibawa ke sel-sel tubuh seperti sel otot jantung, otot, dan fungsi tubuh lainnya agar tubuh dapat berfungsi dengan baik.

3. Kolesterol HDL

Kolesterol HDL adalah singkatan dari kolesterol *High Density Lipoprotein*. Dalam susunan, kolesterol HDL memiliki jumlah protein yang terbanyak dibandingkan trigliserida dan juga kolesterol. Dari kolesterol yang dibawa oleh LDL, ada kemungkinan terjadi kelebihan kolesterol yang tidak

dipergunakan oleh sistem tubuh. Kelebihan yang dibawa oleh LDL itu, akan diambil oleh HDL untuk dibawa ke hati dan selanjutnya diuraikan lalu dibuang ke dalam kandung empedu

4. Kolesterol VLDL

Kolesterol VLDL adalah singkatan dari kolesterol *Very Low Density Lipoprotein*. Dalam susunan kolesterol VLDL memiliki jumlah trigliserida yang terbanyak dibanding protein dan kolesterol. VLDL ini merupakan kolesterol yang memiliki sifat seperti kolesterol LDL tetapi kandungan terbesar yang dimilikinya bukanlah kolesterol tetapi kandungan terbesar yang dimilikinya bukanlah kolesterol tetapi trigliserida, sebagai salah satu jenis lemak yang ada didalam darah (Graha, 2010).



Gambar 1. Bentuk Molekul Lipoprotein (Kubala, 2022)

2.1.4 Metabolisme Kolesterol

Prekursor untuk sintesis kolesterol adalah asetil KoA, yang dapat dibentuk dari glukosa, asam lemak, atau asam amino. Jalur untuk pembentukan kolesterol berlangsung dalam tiga fase, yaitu :

1. Pada fase pertama, dua molekul asetil KoA membentuk asetiasetil KoA, yang bergabung dengan molekul asetil KoA lainnya membentuk hidrosimetilglutaril KoA (HMG-KoA). Reduksi HMG-KoA menghasilkan mevalonat. Reaksi, yang dikatalisis oleh HMG-KoA reduktase, ini adalah reaksi penentu kecepatan pembentukan kolesterol.

2. Pada fase kedua, mevalonat menghasilkan unit-unit isopren 5-karbon, yang mengalami fosforilasi dan berkondensasi membentuk senyawa 30- karbon, yaitu skualen.
3. Pada fase ketiga, skualen mengalami siklisasi membentuk lanosterol, yang memiliki cincin-cincin inti steroid. Lanosterol mengalami modifikasi melalui serangkaian reaksi untuk membentuk kolesterol.

2.1.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kolesterol

Kadar kolesterol merupakan salah satu indikasi penting bagi kesehatan tubuh. Kelebihan kolesterol dapat menyebabkan penyempitan pembuluh darah dan meningkatkan resiko serangan jantung. Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar kolesterol, yaitu :

1. Usia dan Jenis Kelamin

Kolesterol darah cenderung meningkat saat usia bertambah dan biasanya lebih tinggi pada kaum pria ketimbang wanita hingga masa menopause. Kolesterol pada wanita kadarnya bisa menyamai pria dengan usia setara begitu masa menopause berakhir.

2. Faktor Genetik

Faktor genetik cukup mempengaruhi tingginya kadar kolesterol dalam darah dimana tubuh memproduksi 80% kolesterol. Kolesterol darah tinggi dapat diturunkan dari gen. Apabila terdapat riwayat kolesterol tinggi dikeluarkan maka itu bisa menjadi salah satu resiko mendapat kadar kolesterol tinggi.

3. Pola Makan

Mengonsumsi makanan berlemak jenuh tinggi adalah salah satu penyebab utama tingginya kadar kolesterol LDL. Sumber utama lemak jenuh dalam makanan diantaranya mentega, krim, keju, produk susu kaya lemak lainnya, daging olahan lain. Sumber utama lemak jenuh juga ditemukan pada masakan yang dipanggang, makanan cepat saji yang digoreng dan cemilan.

4. Berat Badan

Populasi penduduk dunia semakin meningkat setiap tahunnya. Tingkat kelebihan berat badan dan obesitas dinegara-negara maju melonjak ke angka 60%. Semakin berat tubuh kita, kecenderungannya adalah kolesterol LDL lebih tinggi dan HDL lebih rendah dari seharusnya.

5. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik tidak hanya menurunkan kolesterol LDL, tapi juga menghambat faktor risiko terkena CVD dengan menurunkan tekanan darah, mengurangi resistensi insulin, menjaga berat badan dan memperbaiki kesehatan mental. Aktivitas fisik juga mengurangi risiko terkena diabetes tipe 2, osteoporosis, kanker payudara dan usus besar, serta depresi. Namun kurangnya aktivitas fisik dapat menyebabkan dampak serius yaitu meningkatnya LDL dan menurunkan kadar HDL.

2.1.6 Kadar Kolesterol total

Kolesterol total merupakan pemeriksaan kolesterol (kolesterol bebas atau ester kolesterol) dalam serum atau plasma. Kolesteterol dalam tubuh disintesis dalam hati pada eritrosit, membran sel dan otot. Sekitar 70% dalam bentuk ester kolesterol dan 30% dalam bentuk Kolesterol Bebas.

Tabel 1. Kadar kolesterol total (Nugraha & Badrawi, 2018).

Kolesterol Total	nmol/L	mg/dl
Nilai yang direkomendasikan	< 5.18	< 200
Risiko rendah	5.18-6.19	200-239
Risiko tinggi	≥ 6.22	≥ 240

2.2 Darah

2.2.1 Pengertian Darah

Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme dan juga sebagai pertahanan hidup virus atau bakteri (Desmawati, 2013). Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup yang berada dalam ruang vaskuler, karena perannya sebagai media komunikasi antar sel ke berbagai

tubuh dengan dunia luar karena fungsinya membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan, membawa zat nutrien dari saluran cerna ke jaringan kemudian kemudian menghantarkan hormon dan materi-materi pembekuan darah (Desmawati, 2013).

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh dimana fungsi utamanya adalah mengangkat oksigen yang diperlukan oleh sel-sel diseluruh tubuh. Darah juga mensuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Mallo *et al.*, 2014).

2.2.2 Jenis-Jenis Sampel Darah

Jenis sampel darah ada 3 yaitu :

1. Serum biasanya jernih berupa cairan berwarna kekuningan dan berasal dari pemisahan darah beku oleh sentrifugasi. Serum tidak terdapat fibrinogen (faktor koagulasi/pembekuan darah), karena serum berasal dari darah yg sudah beku.
2. Plasma biasanya jernih atau kekuningan yang berasal dari sel-sel darah ketika darah dalam tabung antikoagulan disentrifuge. Didalam plasma terdapat fibrinogen.
3. Darah utuh atau whole blood, terdiri dari sel dan plasma, seperti darah dalam tubuh sama dengan plasma, darah utuh harus menggunakan antikoagulan untuk menghindari pembekuan (Bishop *et al.*, 2013).

2.2.3 Pemeriksaan kadar kolesterol dalam darah

Pemeriksaan kadar kolesterol dalam darah mutlak dilakukan, terutama bagi yang gemar menyantap makanan cepat saji, memiliki berat badan berlebih, dan merupakan, seorang perokok. Dalam pemeriksaan kolesterol, ada 4 jenis kolesterol yang sering diperiksa, yakni kolesterol total, kolesterol HDL, kolesterol LDL, dan trigliserida. Kolesterol total menunjukkan jumlah antara kolesterol HDL, kolesterol LDL, dan trigliserida. Jika kadar kolesterol total melebihi 240 mg/dL (6.21 mmol/L) maka harus diwaspadai karena berisiko terhadap penyakit jantung. Dalam melihat hasil dari kolesterol total ini perlu juga diperhatikan nilai dari

masing-masing jenis kolesterol yaitu HDL, LDL dan juga trigliseridanya. Bisa saja kadar kolesterol total yang tinggi tidak otomatis menandakan adanya bahaya pada penyakit jantung karena bisa saja yang tinggi adalah HDL yang justru bermanfaat bagi kesehatan (Graha, 2010).

1. Metode Enzimatik Kolorimetrik dengan Kolesterol Oksidase menggunakan Fotometer

Metode enzimatik kolorimetrik (*Cholesterol Oxidase Methode/CHOD PAP*) adalah metode yang disyaratkan sesuai standar WHO/IFCC. Prinsip pemeriksaan kadar kolesterol total metode enzimatik kolorimetrik adalah kolesterol ester diurai menjadi kolesterol dan asam lemak menggunakan enzim kolesterol esterase. Kolesterol yang terbentuk kemudian diubah menjadi *Cholesterol-3-one* dan hidrogen peroksida oleh enzim kolesterol oksidase. Hidrogen peroksida yang terbentuk beserta fenol dan *4-aminophenazone* oleh peroksidase diubah menjadi zat yang berwarna merah. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi kolesterol total dibaca menggunakan fotometer pada panjang gelombang 500 nm (Stanbio laboratory, 2011).



Gambar 2. Mekanisme Kerja Fotometer (Nuraeni, 2014)

Kelebihan metode Fotometer adalah sebagai berikut:

- a. Hasil lebih akurat
- b. Kadar kolesterol yang terlalu tinggi dan terlalu rendah dapat terbaca

- c. Proses QC (*Quality Control*) baik
- d. Akurasi dan presisi hasil pemeriksaan lebih baik dari POCT
- e. Tidak ada faktor ketergantungan bahan habis pakai/reagen (*Open Methode*)

Kekurangan metode Fotometer adalah sebagai berikut:

- a. Hasil tes membutuhkan waktu yang lama
- b. Volume darah yang dibutuhkan lebih banyak
- c. Untuk tes ulang dibutuhkan waktu yang lama
- d. Pemeriksaan dan penyimpanan dibutuhkan tempat khusus
- e. Harga lebih mahal
- f. Alat harus menggunakan arus listrik yang stabil

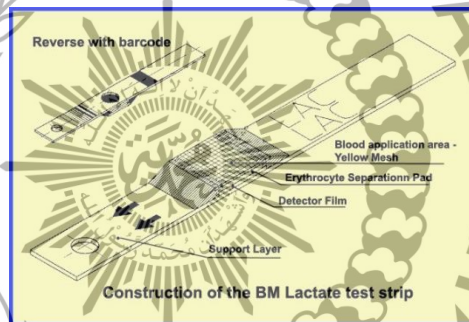
2. Metode POCT

POCT (*Point Of Care Testing*) merupakan alat pemeriksaan laboratorium yang dioperasikan bukan didalam laboratorium induk, melainkan langsung didekat pasien, baik pasien rawat jalan maupun pasien rawat inap. Dengan semakin canggihnya peralatan POCT, banyak pihak telah mencoba memakai fasilitas ini tanpa pemahaman teknis penggunaannya. Padahal penggunaan alat-alat laboratorium termasuk POCT tanpa pengetahuan yang kuat akan menyebabkan kesalahan pengeluaran hasil, yang akhirnya membahayakan nyawa. Gagasan yang melatar belakangi adanya POCT ialah untuk mempermudah dan mempercepat pemeriksaan laboratorium sehingga hasil yang didapat akan memberikan pengambilan keputusan klinis secara cepat oleh dokter (Pertiwi, 2016).

POCT bukan untuk pengganti layanan laboratorium konvensional, melainkan untuk layanan tambahan untuk sebuah laboratorium klinik. Dalam penggunaannya, layanan ini dilakukan didekat pasien dan dilakukan oleh petugas yang berwenang dari laboratorium klinik. Kalibrasi dan kontrol alat POCT yang digunakan dilakukan oleh petugas laboratorium klinik sesuai dengan prosedur yang sudah ditetapkan dan dibandingkan dengan hasil dari peralatan standar yang ada dilaboratorium klinik.

Teknologi yang digunakan untuk mengukur kadar kimia darah dalam alat POCT ialah *amperometric detection* dan *reflectance*. Sebagai contoh prinsip pengujian alat POCT merek *Easy Touch* adalah rasio antara jumlah total radiasi (seperti cahaya) yang dipantulkan oleh sebuah permukaan dengan total radiasi yang diberikan pada permukaan tersebut.

Prinsip ini digunakan pada sebuah instrumen POCT dengan membaca warna yang terbentuk dari sebuah reaksi antara sampel yang mengandung bahan kimia tertentu dengan reagen yang ada pada sebuah strip. Reagen yang ada pada tes strip akan menghasilkan warna dengan intensitas tertentu yang berbanding lurus dengan kadar bahan kimia yang ada didalam sampel. Selanjutnya warna yang terbentuk dibaca oleh alat dari arah bawah strip.



Gambar 3. Mekanisme Kerja POCT (Firgiansyah, 2016)

Adapun kelebihan dari metode POCT adalah sebagai berikut:

- a. Hasilnya cepat sehingga diagnosis dapat segera ditegakkan
- b. Mudah digunakan dapat dilakukan oleh perawat, pasien dan keluarganya untuk monitoring pasien.
- c. Volume sampel yang dipakai lebih sedikit
- d. Alat lebih kecil/tidak perlu ruangan khusus
- e. Mudah dibawa

Sedangkan kekurangan dari alat POCT adalah:

- a. Presisi dan akurasi kurang baik bila dibandingkan dengan metode rujukan

- b. Kemampuan pengukuran terbatas
- c. Dipengaruhi oleh suhu
- d. Pra analitik sulit dikontrol bila yang melakukan bukan orang yang kompeten
- e. Pemantapan mutu internal kurang diperhatikan dan sulit terdokumentasi

