

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kolesterol

2.1.1. Definisi Kolesterol

Kolesterol merupakan lemak yang berwarna kekuningan dan berbentuk seperti lilin yang diproduksi oleh tubuh manusia terutama di dalam hati. Bahan makanan yang mengandung kolesterol berasal dari organ binatang, terutama pada bagian otak, kuning telur dan jeroan, tetapi bahan makanan yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan tidak mengandung kolesterol (Nilawati, 2008).

Kolesterol juga merupakan bahan dasar pembentukan hormon-hormon steroid. Kolesterol yang kita butuhkan tersebut, secara normal diproduksi sendiri oleh tubuh dalam jumlah yang tepat. Tetapi bisa meningkat jumlahnya karena asupan makanan yang berasal dari lemak hewani, telur dan yang disebut sebagai *junkfood* (UPT-Balai Informasi Teknologi LIPI, 2009).

Kolesterol adalah senyawa lemak kompleks, yang 80% dihasilkan dari dalam tubuh (hati) dan 20% sisanya dari luar tubuh (zat makanan) untuk bermacam-macam fungsi di dalam tubuh, antara lain membentuk dinding sel. Kolesterol yang berada dalam zat makanan yang kita makan dapat meningkatkan kadar kolesterol dalam darah (Mamat, 2010).

Kadar kolesterol di dalam darah tidak normal, hal tersebut akan mempengaruhi kinerja jantung dan juga sistem sirkulasi (peredaran darah). Oleh

karena itu, sangat penting untuk peduli dengan kadar kolesterol di dalam tubuh kita dan melakukan upaya untuk mengontrolnya (Bull, 2007).

2.1.2. Sumber Kolesterol

Diperkirakan dua pertiga dari seluruh kolesterol yang ada di dalam tubuh diproduksi oleh hati. Jadi, sepertiga dari seluruh kolesterol dalam tubuh diserap oleh sistem pencernaan dari makanan yang dikonsumsi (Nilawati, 2008).

Sekitar separuh kolesterol tubuh berasal dari proses sintesis (sekitar 700 mg/hari) dan sisanya diperoleh dari makanan. Hati dan usus masing-masing menghasilkan sekitar 10% dari sintesis total pada manusia. Hampir semua jaringan yang mengandung sel berinti mampu membentuk kolesterol, yang berlangsung di retikulum endoplasma dan sitosol (Murray, 2009).

Kolesterol dapat dibentuk oleh sebagian sel di dalam tubuh dan diperoleh dari makanan hewani. Sumber utama kolesterol dalam makanan adalah kuning telur dan daging, terutama daging merah dan hati, namun kolesterol tidak disintesis oleh tumbuhan (Marks, 2000).

Walaupun sebagian besar jaringan hewan dapat mensintesis kolesterol yang diperlukan lebih besar dari kolesterol yang diperoleh dari makanan, tempat utama pembentukan kolesterol adalah hati dan usus. Kolesterol dalam darah yang langsung berasal dari makanan hanya seperempatnya diserap di usus, sedangkan sisanya merupakan hasil produksi sel-sel hati (Wijayakusuma, 2008).

2.1.3. Sintesa Kolesterol

Pembentukan kolesterol berlangsung dalam tiga fase, yaitu:

- a. Fase pertama yaitu dua molekul asetil KoA sitosol berkondensasi membentuk asetoasetil KoA. Molekul asetil KoA lainnya berikatan dengan asetoasetil KoA membentuk HMG-KoA. Reaksi pada biosintesis kolesterol berikutnya dikatalisis oleh HMG-KoA reduktase yang mengubah HMG-KoA menjadi mevalonat (Marks, 2000).
- b. Fase kedua, mevalonat mengalami fosforilasi oleh ATP kemudian mengalami dekarboksilasi untuk membentuk isopentenil pirofosfat. Unit-unit isoprene ini bias berkondensasi membentuk kolesterol dan juga membentuk dolikol (senyawa yang digunakan untuk memindahkan oligosakarida yang bercabang selama pembentukan glikoprotein) atau ubiquinon (komponen rantai transport elektron). Setelah itu 2 unit isoprene berkondensasi membentuk geranil pirofosfat dan terjadi penambahan satu unit isoprene lagi untuk menghasilkan farnesil pirofosfat yang kemudian mengalami kondensasi menghasilkan skualen yaitu senyawa yang mengandung 30 atom karbon (Marks, 2000).
- c. Fase ketiga, setelah oksidasi pada 3 karbon, skualen mengalami siklisasi dan membentuk lanosterol yang memiliki empat cincin yang membentuk inti steroid pada kolesterol. Melalui serangkaian reaksi, terjadi pembesaran 3 karbon dari lanosterol sewaktu zat ini diubah menjadi kolesterol (Marks, 2000).

2.1.4. Fungsi Kolesterol

Kolesterol mempunyai peranan utama yang sangat penting untuk mempertahankan kesehatan. Adapun fungsinya dalam tubuh yaitu (Astuti, 2015):

1. Membuat asam empedu yang berfungsi membantu mengurangi makanan di usus dan untuk mencerna lemak.
2. Bahan dasar pembentukan hormone-hormon steroid, seperti estrogen pada wanita dan testosterone pada laki-laki.
3. Berperan dalam membantu perkembangan jaringan otak anak.
4. Penyumbang energi yang lebih tinggi daripada protein.
5. Pembungkus jaringan saraf.
6. Membantu tubuh membuat vitamin D.
7. Sebagai pelarut vitamin A,D,E, dan K.
8. Membantu membuat lapisan luar atau dinding-dinding sel.

2.1.5. Macam-Macam Kolesterol

Kolesterol berdasarkan kepadatan atau ultrasentrifugasi terdiri dari:

- a. Kilomikron

Kilomikron merupakan lipoprotein dengan berat molekul terbesar dan mengandung Apo-B48. Kandungannya sebagian besar trigliserida 80-95% untuk dibawa ke jaringan lemak dan jaringan otot rangka. Kilomikron juga mengandung kolesterol 2-7% untuk dibawa ke hati. Kemudian setelah 8-10 jam sejak makan terakhir, kilomikron tidak ditemukan lagi di dalam plasma (Astuti, 2015).

b. *VLDL (Very Low Density Lipoprotein)*

VLDL merupakan lipoprotein yang terbentuk dari asam lemak bebas di hati dengan kandungan Apo-B100. VLDL memiliki kandungan trigliserida sebesar 50-80% dan kolesterol sebesar 5-15% (Astuti, 2015).

c. *LDL (Low Density Lipoprotein)*

LDL merupakan lipoprotein pengangkut kolesterol terbanyak 40-50% untuk disebarkan ke seluruh endotel jaringan perifer dan pembuluh nadi. LDL juga merupakan metabolit VLDL yang disebut kolesterol jahat karena efeknya yang aterogenik, yaitu mudah melekat pada dinding sebelah dalam pembuluh darah dan dapat menyebabkan penumpukan lemak yang dapat menyempitkan pembuluh darah. Proses tersebut dinamakan aterosklerosis (Astuti, 2015).

d. *HDL (High Density Lipoprotein)*

HDL merupakan lipoprotein yang mengandung Apo-A1 dan Apo-A2, dengan kandungan trigliserida sebesar 5-10% dan kolesterol sebesar 15-25%. HDL ini mempunyai efek antiaterogenik kuat sehingga disebut juga dengan kolesterol baik. Fungsi utama HDL adalah mengangkut kolesterol bebas yang terdapat dalam endotel jaringan perifer, termasuk pembuluh darah ke reseptor HDL di hati untuk dijadikan empedu dan dikeluarkan ke usus kecil untuk mencerna lemak dan dibuang berupa tinja. Dengan demikian, penimbunan kolesterol di perifer menjadi berkurang (Astuti, 2015).

2.1.6. **Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kolesterol**

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

2.1.6.1. 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 (Kingham, 2009).

2.1.6.2. Faktor Genetik

Faktor genetik cukup mempengaruhi tingginya kadar kolesterol dalam darah dimana tubuh memproduksi 80% kolesterol. Kolesterol darah tinggi dapat diturunkan dari keluarga. Gen dapat menambah risikonya (Kingham, 2009).

2.1.6.3. Pola Makan

Mengonsumsi makanan berlemak jenuh tinggi adalah salah satu penyebab utama tingginya kadar kolesterol LDL. Sumber utama lemak jenuh dalam makanan kita antara lain 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 camilan (Kingham, 2009).

2.1.6.4. Berat Badan

Populasi penduduk dunia telah semakin berat 20 tahun terakhir ini. Tingkat kelebihan berat badan dan obesitas di negara-negara maju melonjak ke angka 60 persen. Semakin berat tubuh kita, kecenderungannya adalah kolesterol LDL lebih tinggi dan HDL lebih rendah dari seharusnya (Kingham, 2009).

2.1.6.5. Seberapa Sering Beraktivitas

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 (Kingham, 2009).

2.1.7. Pemeriksaan Kolesterol

Pemeriksaan kadar kolesterol dalam darah mutlak dilakukan, terutama bagi yang gemar menyantap makanan 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 (Bastiansyah, 2008).

Sebelum dilakukan pemeriksaan darah perlu dilakukan persiapan terlebih dahulu agar hasilnya akurat. Untuk pemeriksaan trigliserida, diperlukan puasa 12

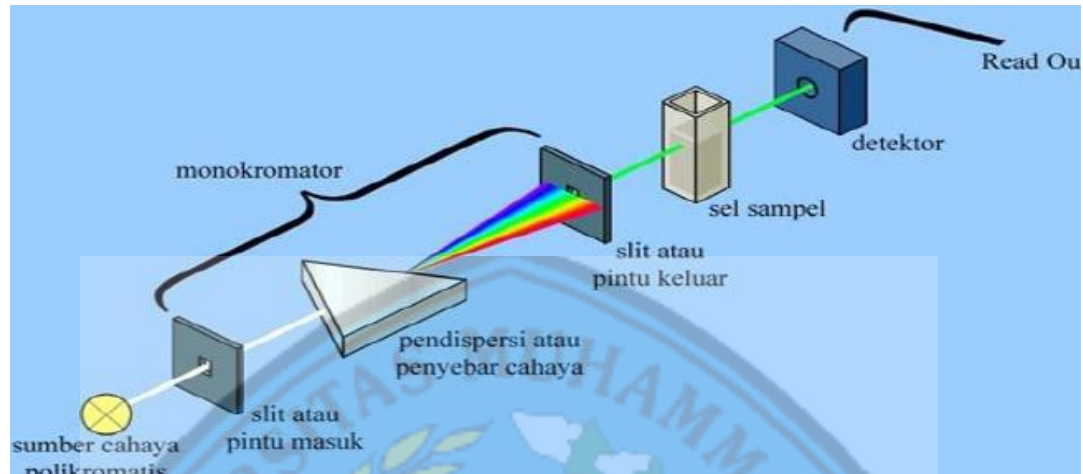
jam (semalam). Selama puasa boleh minum air putih, berkumur, atau sikat gigi. Untuk pemeriksaan kolesterol total, LDL, maupun HDL, tidak perlu puasa. Orang yang akan diperiksa harus duduk sedikitnya 10 menit (Dalimartha, 2014).

Total kolesterol menunjukkan jumlah antara HDL kolesterol, LDL kolesterol, dan trigliserida. Jika kadar total kolesterol melebihi 240 mg/dL (6.21 mmol/L) harus diwaspadai adanya risiko terhadap penyakit jantung. Dalam melihat hasil dari total kolesterol ini perlu juga diperhatikan nilai dari masing-masing jenis kolesterol yaitu HDL, LDL dan juga trigliseridanya. Dapat terjadi kadar total kolesterol yang tinggi tidak otomatis menandakan adanya bahaya pada kolesterol tinggi karena bisa saja yang tinggi adalah HDL yang justru bermanfaat bagi kesehatan (Graha, 2010).

2.2. Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan suatu alat/instrument yang dilengkapi dengan sumber cahaya (gelombang elektromagnetik), baik cahaya UV (ultra-violet) atau pun cahaya nampak (visible). Spektrofotometer mampu membaca/mengukur kepekatan warna dari sampel tertentu dengan panjang gelombang tertentu pula (Pertiwi, 2016).

Alat ini digunakan untuk mengukur/membaca konsentrasi pada beberapa molekul DNA/RNA (UV light, 260 nm), protein (UV, 280 nm), kultur sel bakteri, untuk ragi/yeast (Vis light, 600 nm), dan lain-lain. Sinar UV digunakan untuk mengukur bahan (larutan) yang terbaca dengan panjang gelombang di bawah 400 nm. Sedangkan *visible light* bias digunakan untuk mengukur bahan dengan panjang 400-700 nm (Pertiwi, 2016).



Gambar 2.1. Mekanisme kerja spektrofotometer (Pertiwi, 2016)

Spektrofotometer dibagi menjadi dua jenis yaitu spektrofotometer single-beam dan spektrofotometer double-beam. Perbedaan kedua jenis spektrofotometer ini hanya pada pemberian cahaya, dimana pada single-beam, cahaya hanya melewati satu arah sehingga nilai yang diperoleh hanya nilai absorbansi dari larutan yang dimasukkan. Berbeda dengan single-beam, pada spektrofotometer double-beam, nilai blanko dapat langsung diukur bersamaan dengan larutan yang diinginkan dalam satu kali proses yang sama (Pertiwi, 2016).

Selain itu spektrofotometer juga dikenal dalam pengukuran intensitas cahaya atau penyerapan cahaya pada daerah panjang gelombang yang sempit, yang disebut *amperemonochromatic*, yang dapat diperoleh dengan menggunakan monokromator. Monokromator merupakan suatu alat khusus untuk menyingkirkan atau membuang bagian-bagian dari cahaya yang tidak diperlukan

dalam sistem pemeriksaan. Dengan spektrofotometer maka senyawa-senyawa organik maupun anorganik dapat diidentifikasi (Firgiansyah, 2016).

Di laboratorium ataupun klinik pada umumnya menggunakan spektrofotometer untuk memeriksa kadar kimia dalam darah seperti misalnya: kolesterol, gula darah, asam urat, trigliserida, SGOT, SGPT, albumin, bilirubin, amylase dan lain-lain (Pertiwi, 2016).

2.3. POCT (*Point of Care Testing*)

POCT atau disebut juga *Beside Test* didefinisikan sebagai pemeriksaan laboratorium yang dilakukan di dekat pasien di luar laboratorium sentral, baik pasien rawat jalan maupun pasien rawat inap. Menurut kriteria dari CLIA (*Clinical Laboratory Improvement Amendment*). POCT pada umumnya dibagi menjadi 2 kategori berdasarkan kompleksitasnya yaitu “*waive*” dan “*non-waive*”. Yang dimaksud dengan *waive test* adalah pemeriksaan non kritis yang disetujui oleh FDA untuk penggunaan rumah, menggunakan metode yang sederhana dan cukup akurat serta tidak berisiko untuk membahayakan pasien bila hasil pemeriksaan tidak tepat. Sedangkan *non-waive test* adalah pemeriksaan yang cukup kompleks dimana pemeriksaan yang dilakukan membutuhkan pengetahuan minimal teknologi dan pelatihan untuk menghasilkan pemeriksaan yang akurat, langkah-langkah pengoperasian secara otomatis dapat dengan mudah dikontrol dan membutuhkan interpretasi minimal (Widagdho, 2013).

Pemeriksaan yang seringkali menggunakan metode POCT adalah pemeriksaan kadar gula darah, HbA1c, gas darah, kadar elektrolit, marker jantung, marker sepsis,

urine dipstick, koagulasi (PT/INR), hemoglobin darah tes kehamilan dan ovulasi. Keuntungan penggunaan POCT yang utama adalah kecepatan. POCT sudah banyak digunakan di rumah-rumah. Sekitar 70% POCT digunakan di rumah sakit, ruang praktek dokter dan lokasi-lokasi lain, dan angka pengguna POCT ini diperkirakan tumbuh sekitar 15,5% per tahun, terutama untuk penggunaan di rumah (Widagdho, 2013).

Dengan semakin canggihnya peralatan POCT, telah banyak yang mencoba menggunakan fasilitas ini tanpa pemahaman teknis penggunaannya. Padahal penggunaan POCT tanpa pengetahuan akan menyebabkan kesalahan pengeluaran hasil, yang akhirnya membahayakan nyawa pasien (Widagdho, 2013).

Gagasan yang melatar belakangi adanya POCT adalah untuk mempermudah dan mempercepat pemeriksaan laboratorium pasien sehingga hasil yang didapat akan memberikan pengambilan keputusan klinis secara cepat oleh dokter. Pada saat ini terdapat beberapa POCT antara lain pemeriksaan gula darah, analisis gas darah dan elektrolit, pemeriksaan koagulasi rapid (*Prothombin Time/INR*), *Rapid Cardiac Marker*, skrinning narkoba, pemeriksaan urine metode carik celup, tes kehamilan, analisa darah samar pada feses, pemeriksaan hemoglobin, pemeriksaan asam urat serta kolesterol total (Widagdho, 2013).

POCT bukanlah pengganti layanan laboratorium konvensional, melainkan layanan tambahan untuk sebuah laboratorium klinik. Dalam operasinya, layanan ini dilaksanakan di dekat pasien, namun pertanggungjawaban dan operasinya tetap dilakukan oleh petugas yang berwenang dari Laboratorium Klinik. Hal ini selain

untuk tetap menjamin kualitas dari hasil yang diberikan, juga untuk menjamin bahwa hasil yang didapata tetap tercatat dalam sistem informasi laboratoium (SIL), karena alat-alat POCT saat ini umumnya belum terkoneksi langsung dengan SIL. Kalibrasi dan kontrol terhadap alat yang telah ditetapkan dan dibandingkan dengan hasil dari peralatan standar yang ada di laboratorium klinik (Widagdho, 2013).

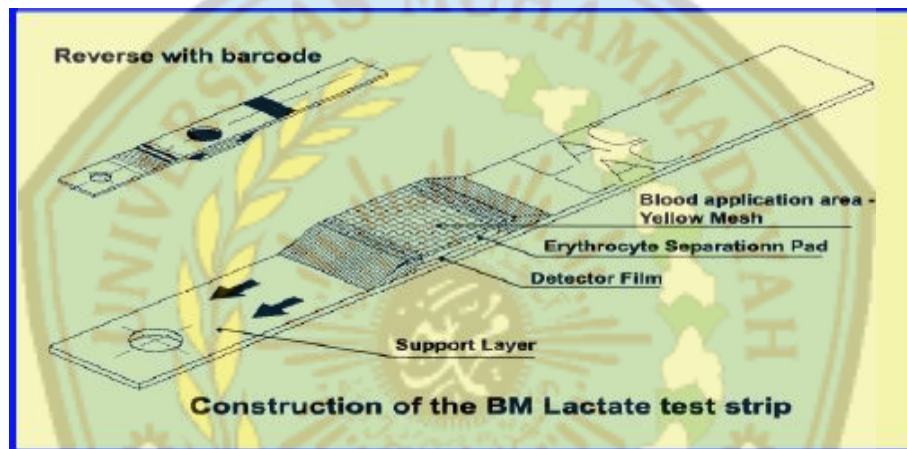
Pemeriksaan kolesterol darah total menggunakan POCT terdiri dari alat meter kolsterol darah total, strip test kolesterol darah total dan autoclick lanset (jarum pengambil sampel). Alat meter kolesterol adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar kolesterol darah total berdasarkan deteksi elektrokimia dengan dilapisi enzim *cholesterol oxidase* pada strip membran (Menkes, 2010).

Ada beberapa teknologi yang digunakan untuk mengukur kadar kimia darah dalam sebuah alat POCT. Dua teknologi yang sering digunakan adalah *amperometric detection* dan *reflectance*. Masing-masing metode tersebut memiliki prinsip kerja yang berbeda dalam melakukan pemeriksaan.

Amperometric detection adalah metode deteksi menggunakan pengukuran arus listrik yang dihasilkan pada sebuah reaksi elektrokimia. Ketika darah ditetaskan pada strip, akan terjadi reaksi antara bahan kimia yang ada di dalam darah dengan reagen yang ada di dalam strip. Reaksi ini akan menghasilkan arus listrik yang besarnya setara dengan kadar bahan kimia yang ada dalam darah (Widagdho, 2013).

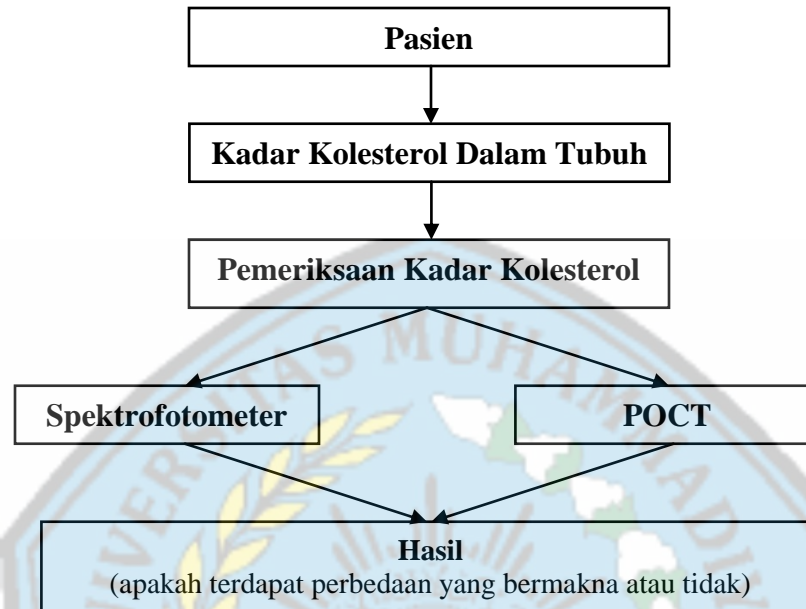
Reflectance (pantulan) didefinisikan sebagai rasio antara jumlah total radiasi (seperti cahaya) yang dipantulkan oleh sebuah permukaan dengan jumlah total radiasi yang diberikan pada permukaan tersebut. Prinsip ini digunakan pada sebuah

instrument POCT dengan membaca warna yang terbentuk dari sebuah reaksi antara sampel yang mengandung bahan kimia tertentu dengan reagen yang ada pada sebuah tes strip. Reagen yang ada pada tes strip akan menghasilkan warna dengan intensitas tertentu yang berbanding lurus dengan kadar bahan kimia yang ada di dalam sampel. Selanjutnya warna yang terbentuk dibaca oleh alat dari arah bawah strip (Widadgho, 2013).



Gambar 2.2. Mekanisme kerja POCT (Firgiansyah, 2016)

2.4. Kerangka Teori



Gambar2.3. Kerangka Teori

2.5. Kerangka Konsep



Gambar 2.4. Kerangka Konsep

2.6. Hipotesis

Ada perbedaan yang bermakna antara hasil pemeriksaan kolesterol total menggunakan alat spektrofotometer dan alat POCT.