

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang LDL (*Low Density Lipoprotein*)

1. Definisi LDL (*Low Density Lipoprotein*)

LDL (*Low Density Lipoprotein*) atau biasa dikenal dengan kolesterol jahat merupakan jenis kolesterol yang memiliki dampak yang cukup buruk bagi tubuh jika kadarnya terlalu tinggi. Hal ini dikarenakan LDL memiliki sifat aterogenik (mudah melekat pada dinding sebelah dalam pembuluh darah dan mengurangi pembentukan reseptor LDL (Anggraeni, 2016).

Arterosklerosis berawal dari penumpukan kolesterol terutama ester kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*) di dinding arteri. Masuknya lipoprotein ke lapisan dalam dinding pembuluh darah meningkat seiring tingginya jumlah lipoprotein dalam plasma (hiperlipidemia), ukuran lipoprotein dan tekanan darah (hipertensi). Kadar kolesterol LDL yang tinggi dalam darah menyebabkan kolesterol LDL dapat melekat pada dinding arteri. Lama kelamaan menyebabkan terjadinya penyempitan atau penutupan arteri, sehingga jantung akan memompa darah lebih kuat. Karena sangat kuat, maka pembuluh darah mengalami tekanan sehingga menyebabkan peningkatan tekanan darah (hipertensi). Penanganan kadar kolesterol yang tinggi akibat tingginya kadar LDL menurut Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) mencakup terapi farmakologis dan nonfarmakologis. Terapi farmakologis yang bisa digunakan yaitu dengan mengkonsumsi obat-obatan golongan statin, fibrat, resin dan lainnya. Terapi nonfarmakologis yang bisa dimanfaatkan yaitu dengan terapi bekam. Bekam adalah terapi yang bertujuan membersihkan tubuh dari darah yang mengandung toksin dengan sayatan tipis atau tusukan kecil pada permukaan kulit salah satunya adalah bekam basah (Septiana, 2016).

Kadar LDL (*Low Density lipoprotein*) dalam tubuh harus dibatasi. Menurut (*American Heart Association*, 2015), tingkatan kolesterol LDL

pada manusia adalah jika kadar kolesterol LDL kurang dari 100 mg/dL dapat dikatakan kadar optimal, kadar 100 - 129 mg/dl mendekati optimal, 130 – 159 mg/dL adalah batas tinggi, 160 – 189 mg/dL dapat dikatakan tinggi sedang jika kadarnya 190mg/dL atau lebih tinggi, maka dapat dikatakan kadar LDL dalam tubuh sudah sangat tinggi (Anggraeni, 2016).

2. Struktur LDL (*Low Density Lipoprotein*)

LDL mempunyai densitas 1,019 – 1,063 g/ mL dan diameter 20-30 nm. Partikel LDL mempunyai inti hidrofobik yang terdiri dari kolesterol ester (35-40%) dengan sedikit trigliserida (8-12%). Lapisan polar permukaan terdiri dari fosfolipid (20- 25%), kolesterol bebas (5-10%) dan apolipoprotein B (apo B-100) (20-24%). Apolipoprotein B berfungsi menjaga integritas struktural dari LDL serta sebagai receptor interaction (LDL) dengan sel reseptor apo B dan apo E. LDL merupakan turunan VLDL yang kehilangan inti trigliserida sehingga menghasilkan zat baru dengan berat jenis antara 1019 – 1063 g/mL. Secara struktur LDL yang lebih kecil merupakan tipe yang mengandung makin sedikit ester dan kolesterol bebas. Penurunan persentase kolesterol atau komponen lipid dibandingkan dengan apo B atau komponen protein merupakan karakteristik LDL padat kecil. Sampai saat ini metode pengukuran partikel LDL belum memungkinkan. Saat ini informasi mengenai LDL didapat dari komposisi lipoprotein. LDL padat kecil mengandung kolesterol dalam jumlah sedikit dan kaya apo B. Kita dapat melakukan identifikasi adanya LDL padat kecil pada seseorang karena pada umumnya pada orang tersebut menunjukkan kadar apo B yang meningkat walaupun kadar kolesterol LDL normal. Selain itu dapat juga digunakan dengan cara melakukan pembagian antara kadar kolesterol LDL dengan kadar apo B. Nilai hasil pembagian yang kurang dari 1,2 menunjukkan adanya LDL padat kecil (Pusparini, 2016).

Partikel LDL mempunyai ukuran, densitas dan komponen kimia yang heterogen. Pola kolesterol LDL dibagi menjadi dua yaitu fenotip A dan B. Hubungan antara fenotip dengan LDL padat kecil lebih terlihat bermakna sesudah diperhitungkan faktor umur, seks dan obesitas. Hipotesis yang

menyatakan bahwa untuk menjadi aterogenik LDL harus mengalami modifikasi melalui proses oksidasi yang melibatkan radikal bebas telah dibuktikan dengan penelitian biokimiawi, percobaan binatang maupun studi epidemiologi. LDL fenotip B ditemukan pada 30-44% pria dewasa, sedangkan pada pria berumur kurang dari 20 tahun dan wanita menopause, prevalensinya jauh lebih rendah yaitu 5-10%. Prevalensi pada wanita pasca menopause sekitar 15-25% (Pusparini, 2016).

3. Pembentukan LDL (*Low Density Lipoprotein*)

LDL dibentuk melalui jalur endogen. Hati merupakan sumber utama lipid endogen. Trigliserida disintesis dari gliserol dan asam lemak yang berasal dari cadangan lemak atau glukosa. Kolesterol dapat berasal dari hati atau dari lipoprotein seperti remnant kilomikron. Lipid ini dibawa dari hati dalam bentuk VLDL yang mengandung apo B, apo C dan apo E. Setelah disekresi VLDL akan mendapat tambahan apo C dari HDL. Pada jaringan perifer, trigliserida VLDL berkurang karena dihidrolisis oleh lipoprotein lipase. Remnant VLDL atau IDL yang mengandung trigliserida dan kolesterol selain apo B dan apo E, dapat dengan segera diambil oleh hati atau menjadi LDL akibat hilangnya trigliserida dan apo E. LDL akan bertahan lebih lama dalam plasma. Lipoprotein ini akan melekat pada 8 reseptor spesifik pada permukaan sel (reseptor LDL atau reseptor apo B/E). Reseptor ini terdapat di semua sel tetapi yang paling banyak adalah di hati. Setelah masuk ke dalam sel, partikel LDL akan dipecah oleh lisosom dan kolesterol yang dilepaskan digunakan untuk pembentukan membran sel atau untuk sintesis steroid (Pusparini, 2016).

4. Manfaat Kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*)

LDL mempunyai fungsi bagi tubuh yaitu sebagai pengangkut kolesterol ke jaringan perifer dan berguna untuk pemecahan membran dan hormon steroid. LDL mengandung 10% trigliserida serta 50% kolesterol. Kadar ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kadar kolesterol dan kandungan lemak jenuh dalam makanan yang dikonsumsi. LDL mengirimkan kolesterol ke jaringan ekstra-hepatik, seperti sel korteks

adrenal, ginjal, otot, dan limfosit. Sel tersebut mempunyai reseptor LDL di permukaannya. LDL melepaskan kolesterol di dalam sel untuk pembentukan hormon steroid dan sintesa dinding sel. Sel fagosit dari sistem retikuloendotel menangkap dan memecah LDL. *Low Density Lipoprotein* mengandung 10% trigliserida serta 50% kolesterol. Kadar ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kadar kolesterol dan kandungan lemak jenuh dalam makanan yang dikonsumsi (Anggraeni, 2016).

5. Dampak Kadar LDL (*Low Density Lipoprotein*) Meningkat

Kolesterol adalah steroid yang terutama dijumpai pada binatang dan sangat jarang pada tumbuh-tumbuhan. Kolesterol merupakan makanan utama manusia dan juga disintesa dalam tubuh, senyawa ini merupakan makanan prekursor yang penting dari hormon steroid dan asam empedu, suatu pengemulsian lemak yang dikeluarkan ke dalam usus halus. Kadar kolesterol dalam aliran darah dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk diet dan metabolisme makanan dalam tubuh (Sanhia, 2015).

Karbon monoksida (CO) dapat mengakibatkan terjadinya kekurangan oksigen dan merusak pembuluh darah maupun penyempitan sampai pada penutupan. Rokok mengandung banyak unsur yang berbahaya, diantaranya adalah nikotin yang berpengaruh pada kerja jantung, meningkatkan penggumpalan darah dan akhirnya meningkatkan kadar kolesterol LDL darah dan menurunkan kadar kolesterol HDL darah. Pada perokok, nikotin dipercaya berkontribusi pada abnormalitas profil lipid. Efek nikotin, hampir secara keseluruhan melepaskan katekolamin, meningkatkan lipolisis, dan meningkatkan asam lemak bebas. Dengan meningkatnya asam lemak bebas membuat produksi kolesterol LDL yang berlebihan dan dengan produksi LDL yang berlebihan maka kadar kolesterol HDL darah dengan sendirinya akan menurun (Sanhia, 2015).

Mekanisme peningkatan kolesterol darah adalah melalui peningkatan asam lemak bebas dari darah. Pada perokok nikotin merangsang sekresi katekolamin. Hormon ini meningkatkan FFA oleh lipolisis lemak jaringan adiposa. FFA yang mencapai hati diesterifikasi sebagai

triasilgliserol dan ester kolesterol yang disekresikan ke dalam aliran darah sebagai VLDL yang akan dikonversi menjadi LDL yang beredar dalam darah. Meningkatnya kadar LDL disebabkan bahan kimia tertentu yang ditemukan dalam asap rokok, salah satunya akrolein. Akrolein dapat merusak HDL sehingga mengganggu tugas HDL dalam mengumpulkan kolesterol jahat atau LDL. Merokok Meningkatkan Kadar LDL Penurunan kadar HDL 10 memungkinkan LDL untuk menumpuk dan bergerak bebas dalam aliran darah. Akrolein memicu proses yang mengubah struktur molekul LDL sehingga membuatnya menjadi tidak dikenali oleh sistem kekebalan tubuh. Sistem kekebalan tubuh mengeluarkan sel-sel darah putih untuk menyerang LDL, yang menyebabkan peradangan dan kemudian terakumulasi. Akumulasi ini akan menyebabkan penumpukan plak pada dinding arteri, yang kemudian mengeras seiring berjalannya waktu dan menyebabkan aterosklerosis (Sanhia, 2015).

PJK meningkat 3 kali lipat pada orang dengan pola B yang mempunyai LDL padat kecil yang dominan dibandingkan pada orang dengan pola A yang mempunyai ukuran LDL normal. Griffin dkk (2016) menemukan risiko untuk menjadi PJK meningkat 4–7 kali bila LDL padat (BJ 1,044 – 1,060) melebihi 100 mg/dL (Pusparini, 2016). Penyakit vaskuler aterosklerotik dengan manifestasi klinik berupa penyakit jantung koroner (PJK) dan stroke, saat ini merupakan penyebab kematian nomor satu di dunia. Dari studi klinik maupun eksperimental telah terbukti adanya hubungan antara kadar lipoprotein densitas rendah dalam darah dan perkembangan aterogenesis. Kadar kolesterol LDL yang tinggi merupakan risiko terjadinya PJK. St Pierre et al melaporkan, pasien laki-laki dengan LDL ukuran kecil dan densitas tinggi yang disebut small dense (padat kecil) LDL insidens terjadinya PJK meningkat enam kali lipat dibandingkan pasien dengan LDL ukuran normal (Pusparini, 2016).

Penyakit yang terjadi akibat dari Hiperlidemia (Krystiant, 2017), yaitu:

a. Penyakit Jantung Koroner

Penyakit jantung koroner (PJK) adalah penyakit jantung dan pembuluh darah yang disebabkan karena penyempitan arteri koroner. Penyempitan pembuluh darah terjadi karena proses dari dan aterosklerosis atau spasme atau kombinasi keduanya Aterosklerosis yang terjadi karena timbunan kolesterol dan jaringan ikat pada dinding pembuluh darah secara perlahan-lahan, hal ini sering ditandai dengan keluhan nyeri pada dada. Pada waktu jantung harus bekerja lebih keras terjadi ketidakseimbangan antara kebutuhan dan asupan oksigen, hal inilah yang menyebabkan nyeri dada. Kalau pembuluh darah tersumbat sama sekali, pemasokan darah ke jantung akan terhenti dan kejadian inilah yang disebut dengan serangan jantung (Krystiant, 2017).

b. Aterosklerosis

Aterosklerosis merupakan penyakit arteri besar, tempat endapan lipid yang dinamakan plak ateroma terdapat dalam lapisan subintima arteri. Plak khususnya mengandung kolesterol dalam jumlah besar dan sering dinamakan endapan kolesterol, biasanya juga dihubungkan dengan perubahan degenerasi pada dinding arteri. Pada stadium lanjut penyakit, fibroblas menginfiltrasi daerah degenerasi dan menyebabkan sklerosis progresif pada arteri. Selain itu, kalsium seringkali mengendap bersama lipid untuk membentuk plak kalsifikasi. Bila kedua proses ini terjadi, arteri menjadi sangat keras, dan kemudian dinamakan arteriosklerosis atau pengerasan arteri (Krystiant, 2017).

Arteri yang mengalami arteriosklerosis kehilangan sebagian besar distensibilitasnya, dan karena daerah-daerah degenerasi, mereka mudah pecah. Plak ateroma juga sering menonjol melalui intima masuk aliran darah, dan permukaan plak yang kasar menyebabkan terbentuknya bekuan darah, dengan akibat terjadinya trombus atau embolus (Krystiant, 2017).

Perkembangan arteriosklerosis berawal dari sel-sel darah putih yang secara normal terdapat dalam sistim peredaran darah. Sel-sel

darah putih ini menembus lapisan dalam pembuluh darah dan mulai menyerap tetes-tetes lemak, terutama kolesterol. Ketika mati, sel-sel darah putih meninggalkan kolesterol di bagian dasar dinding arteri, karena tidak mampu "mencerna" kolesterol yang diserapnya itu. Akibatnya lapisan di bawah garis pelindung arteri berangsur-angsur mulai menebal dan jumlah sel otot meningkat, kemudian jaringan parut yang menutupi bagian tersebut terpengaruh oleh sklerosis. Apabila jaringan parut itu pecah, sel-sel darah yang beredar mulai melekat ke bagian dalam yang terpengaruh. Tahap berikutnya gumpalan darah dengan cepat terbentuk pada permukaan lapisan arteri yang robek. Kondisi ini dengan cepat mengakibatkan penyempitan dan penyumbatan arteri secara total, apabila darah mengandung kolesterol secara berlebihan, ada kemungkinan kolesterol tersebut mengendap dalam arteri yang memasok darah ke dalam jantung (arteri koroner). Akibat yang dapat terjadi ada bagian otot jantung (*myocardium*) yang mati dan selanjutnya akan diganti dengan jaringan parut. Jaringan parut ini tidak dapat berkontraksi seperti otot jantung. Hilangnya daya pompa jantung tergantung pada banyaknya otot jantung yang rusak (Krystiant, 2017).

Menurut (Anies, 2015), terjadinya aterosklerosis ini didahului oleh dislipidemia, yaitu suatu keadaan yang ditandai oleh kelainan lipoprotein plasma, seperti : 1) Kadar kolesterol total dan LDL yang meningkat ; 2) Trigliserida yang meningkat ; 3) Penurunan kadar HDL. Dislipidemia pada akhirnya meningkatkan kadar kolesterol darah sehingga pada penyandang dislipidemia ini risiko penyakit jantung koroner dan *cerebrovascular accident*, CVA akan meningkat. Peningkatan kadar kolesterol tidak hanya disebabkan oleh dislipidemia, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi-kondisi lain:

1) Pola Makan

Tingkat perekonomian yang meningkat menjadikan masyarakat cenderung memilih makanan yang cepat saji (*fast food*) yang

memang enak, dikemas dalam kemasan yang menarik, yang ternyata kadar kolesterolnya tinggi. Bahayanya memang tidak langsung terjadi, tetapi baru muncul dalam waktu lama sehingga masyarakat menjadi kurang waspada.

2) Merokok

Merokok merupakan kebiasaan yang banyak dilakukan oleh laki-laki dewasa, anak remaja, bahkan perempuan, yang susah dihentikan. Padahal, merokok merupakan salah satu pemicu kenaikan kadar LDL dan menurunkan kadar HDL.

3) Gaya Hidup

Persaingan hidup membuat orang bekerja tanpa mengenal waktu sehingga orang melupakan kebiasaan untuk berolahraga. Olahraga aerobik, seperti lari, jalan cepat, *jogging*, bersepeda, berenang, dan aktivitas tubuh lainnya ternyata sangat berharga karena dapat menurunkan LDL dan meningkatkan HDL. Hal ini tidak terjadi dalam waktu singkat tetapi jangka panjang. Selain itu, kebiasaan minum alkohol akan meningkatkan kadar trigliserida.

4) Perempuan Menopause

Selama seorang perempuan masih mendapatkan haid maka perempuan tersebut dilindungi oleh hormon estrogen dari proses aterosklerotik pembuluh darah. Hal inilah yang membuat perempuan pada usia produktif mempunyai kecenderungan PJK dan CVD yang lebih kecil daripada laki-laki seusianya. Penyakit penyerta pada beberapa penyakit dapat terjadi gangguan metabolisme lemak sehingga terjadi peningkatan kolesterol dan trigliserida. Penyakit-penyakit itu, antara lain sebagai berikut :

- a) Diabetes mellitus (penyakit kencing manis)
- b) Hipotiroid (rendahnya aktivitas kelenjar tiroid/gondok)
- c) Gagal ginjal kronis
- d) Sindroma nefrotik, yaitu keadaan yang ditandai dengan

- e) Edeme (bengkak) yang masif, protein yang tinggi dalam urin, rendahnya kadar albumin dalam darah, dan mudah terinfeksi.
- f) Kolestasis (penghentian atau penekanan aliran empedu).
- g) Bulimia (peningkatan abnormal dari rasa lapar).
- h) Anorexia nervosa (suatu keadaan psikologis yang khas ditandai dengan menolak makan berkepanjangan, berat badan menurun disertai muntah spontan atau dibuat, dan badan sangat kurus).
- i) Kehamilan (Windayani, 2020).

6. Metode Pemeriksaan LDL (*Low Density Lipoprotein*)

Dalam pemeriksaan LDL dapat dilakukan dengan metode *direct* (langsung) dan metode *indirect* (tidak langsung).

a. Metode *Direct* (langsung)

Metode presipitasi dengan cara mempresipitasi kolesterol LDL dengan polyvinyl sulfat atau heparin pada pH rendah, kadar kolesterol LDL dihitung sebagai selisih dari kolesterol total dan kadar yang terdapat pada supernatan. Prinsip metode ini adalah kolesterol LDL diendapkan dan setelah di sentrifugasi kolesterol HDL dan VLDL ada di supernatan. Kolesterol LDL dapat dihitung dari perbedaan kolesterol supernatan dan serum total (Damayanti, 2016). Terdapat beberapa kelebihan dari metode presipitasi yaitu :

- 1) Tidak terpengaruh dengan peningkatan kadar trigliserida, tetap dapat melakukan pemeriksaan walaupun kadar trigliserida tinggi
- 2) Dapat langsung memeriksa kadar kolesterol LDL secara langsung
- 3) Dapat memeriksa LDL dalam spesimen nonpuasa, karena kilomikron dapat dieliminasi oleh reagen (Damayanti, 2016).

b. Metode *Indirect* (tidak langsung)

Pengukuran kadar LDL secara indirek dengan metode friedewald memerlukan parameter lain yaitu kolestrol total, trigliserida dan kolesterol HDL. Karena merupakan suatu perhitungan, ketepatannya sangat tergantung pada pemeriksaan ketiga parameter tersebut. Kekurangan pada metode ini, yaitu kadar kolesterol LDL tidak dapat

diukur pada kadar trigliserida lebih dari 400 mg/dl, karena unsur lipid yang ada dapat mengganggu hasil kolesterol LDL yang sesungguhnya. Sedangkan kelebihan dari metode formula friedewald masih banyak digunakan karena bila klinisi meminta kolesterol total, trigliserida dan kolesterol LDL, maka kadar kolesterol LDL cukup didapat dengan perhitungan friedewald (Damayanti, 2016).

B. Tinjauan Umum Fotometer

1. Definisi Fotometer

Fotometer merupakan peralatan dasar laboratorium klinik untuk mengukur intensitas atau kekuatan cahaya suatu larutan. Sebagian besar laboratorium klinik menggunakan alat ini karena alat ini dapat menentukan kadar suatu bahan didalam cairan tubuh seperti serum atau plasma. Prinsip dasar fotometer adalah pengukuran penyerapan sinar akibat interaksi sinar yang mempunyai panjang gelombang 546 nm dengan larutan atau zat warna yang dilewatinya. Sinar yang melewati suatu larutan akan terserap oleh senyawa-senyawa dalam larutan tersebut. Intensitas sinar yang diserap tergantung pada jenis senyawa yang ada, konsentrasi dan tebal atau panjang larutan tersebut. Makin tinggi konsentrasi suatu senyawa dalam larutan, makin banyak sinar yang diserap (Wahyudi, 2014).

Bagian-bagian fotometer diantaranya inkubator, berfungsi untuk mengkondisikan sampel pada suhu tertentu, printer berfungsi untuk mencetak hasil analisis, *touchscreen* berfungsi untuk mengatur pengaturan alat, *outlet* tempat untuk mengeluarkan hasil yang diserap, kipas berfungsi untuk pendingin alat yang terletak pada bagian belakang alat, tombol power berfungsi untuk menyalakan dan mematikan alat, konektor RS-232 menyambung ke sumber arus listrik, selang aspirator fotometer 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

fotometer maka senyawa-senyawa organik maupun anorganik dapat diidentifikasi (Firgiansyah, 2016).

Fotometer dibagi menjadi dua jenis yaitu fotometer single-beam dan fotometer doublebeam. Perbedaan kedua jenis fotometer ini hanya pada pemberian cahaya, dimana pada single-beam, cahaya hanya melewati satu arah sehingga nilai yang diperoleh hanya nilai absorbansi dari larutan yang dimasukan. Berbeda dengan single-beam, pada fotometer double-beam, nilai blanko dapat langsung diukur bersamaan dengan larutan yang diinginkan dalam satu kali proses yang sama (Pertiwi, 2016). Monokromator adalah alat yang berfungsi untuk menggerakkan cahaya polikromatis menjadi beberapa komponen panjang gelombang tertentu (monokromatis) yang berbeda (terdispersi). Detektor berfungsi memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang, detektor akan mengubah cahaya menjadi sinyal listrik yang selanjutnya akan ditampilkan oleh penampil data dalam bentuk jarum penunjuk atau angka digital. Konsentrasi transmiten larutan sampel yang diukur ditentukan menggunakan hukum Lambert Beer (Hasibuan, 2015).

2. Prinsip Fotometer Menurut Hukum Lambert Beer

Menurut Hukum Lambert-Beer, ketika sinar elektromagnetik dari sumber sinar melewati sampel maka sinar tersebut keluar sebagai I_t atau I_l . Cahaya yang diabsorpsi diukur sebagai absorbansi (A) dan transmitansi (T) adalah cahaya yang diteruskan (Wirawan et al., 2023).

Berdasarkan hukum Lambert-Beer, rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang hamburkan:

$$T = \frac{I_t}{I_0} \text{ atau } \%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100 \%$$

dan absorbansi dinyatakan dengan rumus:

$$A = -\log T = -\log \frac{I_t}{I_0}$$

dimana I_0 merupakan intensitas cahaya datang dan I_t atau I_l adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel.

Rumus yang diturunkan dari Hukum Beer dapat ditulis sebagai:

$$A = a \cdot b \cdot c \text{ atau } A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

dimana:

A = absorbansi

b / l = tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya

1 cm) c = konsentrasi larutan yang diukur

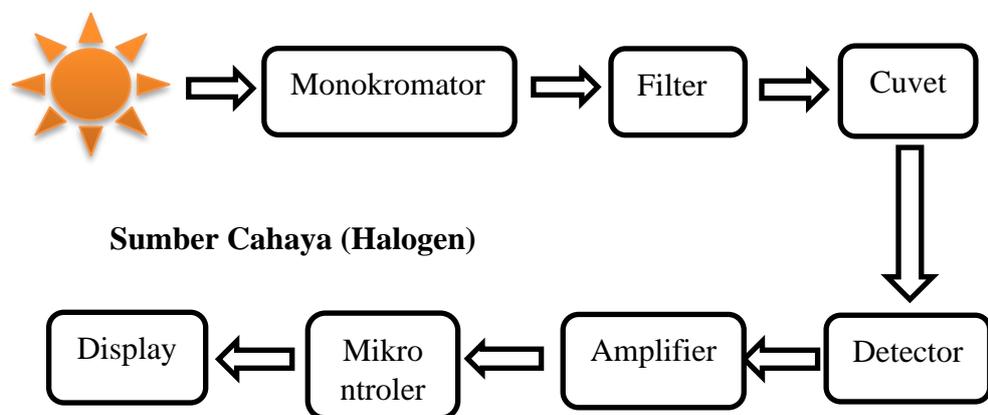
ϵ = tetapan absorptivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam molar)

a = tetapan absorptivitas (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam ppm) (Mustikaningrum, 2015).

3. Cara Kalibrasi Alat Fotometer

Adalah dengan menekan tombol aspirator tersebut yang sebelumnya sampel sudah terhubung dengan selang aspirator, pompa berfungsi untuk menggoyangkan selang, kuvet sebagai tempat sampel, selang peristaltik berfungsi untuk mengalirkan sampel dari aspirator mengalir melalui kuvet menuju pembuangan. Selang ini bersifat elatis dalam mengalirkan sampel sehingga sampel tidak ada yang tersumbat dalam selang (Macco, 2017).

4. Blok Diagram Fotometer



(Anugrahmi, 2020)

Sumber cahaya yang berupa halogen, dimana cahaya akan terus menuju monokromator. Fungsi dari monokromator yaitu mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis yang memiliki satu panjang gelombang, kemudia difilter untuk mendapatkan satu panjang gelombang sesuai dengan panjang gelombang dari unsur yang diteliti dari sampel menuju *cuvet*. Cahaya akan sebagian diserap dan sebagian akan lagi akan

diteruskan. Cahaya yang diteruskan akan diterima oleh monokromator, filter, *cuvet*, *detector mikrokont*, *amplifier*, *roler display detector* yang berupa sensor cahaya, kemudian dihasilkan tegangan yang akan dikuatkan oleh amplifier yang nantinya akan dapat diolah dengan mikrokontroler, dan hasilnya akan ditampilkan di display (Anugrahmi, 2020).

C. Tinjauan Umum POCT (*Point Of Care*) LipidPro®

1. Definisi POCT LipidPro®

LipidPro® adalah alat yang digunakan untuk mengetahui alat kadar lipid dalam darah *in vitro* (pengukuran yang dilakukan diluar tubuh manusia), tes sederhana dan cepat yang memberikan alternatif yang dapat diandalkan dibandingkan metode laboratorium konvensional.

Alat cek darah LipidPro® merupakan alat ukur sistem cepat dan handal untuk digunakan diagnostik *in vitro*. Alat cek LipidPro® ini dapat mengetahui hasil kolesterol total, HDL, LDL kolesterol dan trigliserida secara otomatis. Pada strip tes profil lipid memberikan pengukuran kuantitatif menggunakan sampel darah kapiler utuh, dan darah lengkap vena (Manual Lipid Pro, 2023).

2. Prinsip POCT LipidPro®

Pembacaan hasil LipidPro® adalah dengan berdasarkan metode enzimatik-kolorimetri yaitu warna hasil reaksi sampel dengan enzim pada strip. Ketika sampel darah bereaksi dengan strip, akan terjadi perubahan warna di area tes karena terjadi reaksi antara sampel darah dengan enzim pada strip. Alat LipidPro® akan mengukur perubahan warna ini dan mengkonversinya menjadi hasil pengukuran yang kemudian ditampilkan pada layar alat (Manual Lipid Pro, 2023).

3. Cara Kalibrasi Alat POCT LipidPro®

a. Penyimpanan dan Penanganan

- 1) Simpan strip tes di tempat sejuk dan kering pada suhu antara 23°C(36-85°F), strip tes harus dibawa pada suhu kamar pada 20-25°C (68-77°F), selama 10 menit sebelum digunakan.
- 2) Jangan dibekukan.
- 3) Jauhkan dari panas dan sinar matahari langsung.
- 4) Jangan mengeluarkan atau membuang paket pengering di dalam botol strip tes.
- 5) Selalu ganti tutup botol segera setelah melepas strip tes.
- 6) Gunakan strip tes segera setelah mengeluarkannya dari vial strip tes yang ada di dalam kantong harus segera digunakan setelah kantong dibuka.
- 7) Jangan merobek label pada botol strip tes (kartu RFID) tempat tag RFID dipasang.
- 8) Jangan melepas atau membuang kartu RFID yang ada di dalam kantong strip. Simpan strip tes di dalam botol strip tes asli. Jangan campur dengan strip tes lainnya.
- 9) Catat tanggal pembuangan pada label botol strip tes saat pertama kali dibuka.
- 10) Buang strip tes 3 bulan setelah vial pertama dibuka. Buang strip tes 25 menit setelah kantong pertama kali robek
- 11) Buang strip tes dengan hati-hati sesuai dengan peraturan setempat (Manual Lipid Pro, 2023).

b. Tindakan pencegahan

- 1) Untuk penggunaan diagnostik in vitro. Ditujukan untuk pengujian mandiri, strip tes profil lipid. LipidPro® hanya dapat digunakan di Lipid Pro Meter.
- 2) Pastikan kode yang tertera pada meteran sama dengan kode pada botol strip tes. Jika memiliki paket kantong harus sesuai dengan kode pada *RFID-CARD* yang disediakan.

- 3) Strip yang kadaluwarsa atau tidak dapat digunakan dalam sistem pengujian. Periksa botol strip tes (atau paket kantong strip) untuk mengetahui tanggal kadaluwarsa.
- 4) Sampel darah pada batang kapiler harus diaplikasikan pada strip tes secara menyeluruh.
- 5) Oleskan seluruh sampel darah dari batang kapiler ke strip tes sekaligus. Jangan gunakan sampel darah tambahan pada strip tes. Buang strip tes setelah digunakan. Jangan gunakan kembali strip tes karena digunakan hanya sekali pakai.

Untuk menghitung kolesterol LDL, 3 tes lipid (TC, HDL C dan TG) harus diukur bersama dengan satu strip tes. Jika kepadatan TG lebih dari 350mg/dL. Kolesterol LDL tidak dapat dihitung Untuk pengukuran TG dan kolesterol LDL yang akurat, diperlukan puasa 10 jam (tanpa makanan) sebelum pengujian. Jangan menelan bahan uji apa pun dan jauhkan dari jangkauan anak-anak. Jika menguji meteran di luar kisaran suhu (18°C-30°C), hasilnya tidak akan stabil (Manual Lipid Pro, 2023).

c. Pemeriksaan Sistem Dengan Solusi Control

Pengujian kendali mutu menggunakan larutan kendali memungkinkan Anda mengetahui apakah semua bagian meteran berfungsi dengan baik atau hasil pengujian akurat dan dapat diandalkan. Bandingkan hasil pengujian dengan larutan kendali dengan kisaran yang tercetak pada botol strip uji. Jika hasil tes di luar jangkauan, hubungi dukungan pelanggan perwakilan setempat.

Pengguna harus mengikuti kebijakan fasilitas mereka mengenai kapan pengendalian harus diuji (misalnya: dengan setiap lot Strip Tes baru, setiap bulan sebagai pemeriksaan berkelanjutan terhadap kondisi penyimpanan; kapan pun masalah (penyimpanan, operator, atau lainnya) teridentifikasi atau ada pertanyaan mengenai hasil).

Solusi kontrol harus digunakan kapan pun mencurigai meteran atau strip tes tidak berfungsi dengan benar Jika hasil tes tidak sesuai dengan

gejala yang dialami atau jika hasil tes tidak akurat. Jika telah menjatuhkan meteran (Manual Lipid Pro, 2023).

d. Membersihkan Meteran dan Perawatan

Hindari kotoran, debu, darah, larutan kontrol, atau cairan pada meteran, port pengujian, atau port data. Suhu pengoperasian meteran adalah 18-30°C(64-86°F) untuk profil lipid dan 10~40 °C(50-104°F) untuk glukosa. Disarankan agar menyimpan meteran di dalam tas jinjingnya setelah digunakan. Kain yang dibasahi dengan air dan deterjen lembut dapat digunakan untuk menyeka bagian luar meteran pengukur LipidPro®. Harap menanganinya dengan hati-hati :

- 1) Jangan membongkar atau memodifikasi meteran.
- 2) Jangan letakkan meteran di tempat dengan kelembapan tinggi
- 3) Jangan letakkan meteran di tempat yang tercemar atau berdebu.
- 4) Jangan biarkan meteran terkena benturan, guncangan, getaran, kemiringan, dll. dan simpan di tempat yang aman.
- 5) Jangan letakkan meteran dengan produk kimia atau gas.
- 6) Jauhkan dari sinar matahari langsung.
- 7) Tutup vial, segera keluarkan strip tes untuk tes.
- 8) Jauhkan strip dari jangkauan anak-anak.
- 9) Jaga kebersihan alat lancung dengan menggunakan alkohol atau sabun dan air.
- 10) Meteran harus dibersihkan dengan kain lembut atau tisu kertas, jika ada kotoran.

Bersihkan alat lancung dan tutupnya dengan sabun dan air hangat suam. Untuk mendisinfeksi alat lancung, siapkan larutan desinfektan dari satu bagian pemutih rumah tangga. Basahi kain dengan larutan ini dan bersihkan perangkat lancung secara menyeluruh. Rendam tutupnya saja selama minimal 30 menit dalam larutan disinfektan dan keringkan secara menyeluruh (Manual Lipid Pro, 2023).

D. Tinjauan Umum Remaja

1. Definisi Remaja

World Health Organization (WHO) pada tahun 1965 mendefinisikan bahwa remaja adalah periode perkembangan antara pubertas, peralihan biologis, dan masa dewasa yang terjadi pada umur 10-20 tahun. Kemudian pada 1971, WHO mendefinisikan istilah masa muda (*youth*) untuk kelompok umur antara 10-24 tahun. Dari definisi tersebut terbentuk 3 kelompok umur, yaitu 10-14 tahun (remaja awal), 15-19 tahun (remaja pertengahan) dan 20-24 tahun (remaja dewasa) (Harnita, 2021).

Masa remaja adalah masa transisi antara masa kanak-kanak dengan dewasa dan relatif belum mencapai tahap kematangan mental dan sosial sehingga mereka harus menghadapi tekanan-tekanan emosi dan sosial yang saling bertentangan (Djama, 2017).

Seorang mahasiswa dikategorikan pada tahap perkembangan yang usianya 18 sampai 25 tahun. Tahap ini dapat dapat digolongkan pada masa remaja akhir dan dilihat dari segi perkembangan, tugas perkembangan pada usia mahasiswa ialah pemantapan pendirian hidup (Djibran et al., 2018).

2. Batasan Usia Remaja

Batasan remaja berdasarkan usia yaitu :

- a. Masa remaja awal yaitu 10-12 tahun
 - 1) Lebih dekat dengan teman sebaya
 - 2) Ingin bebas
 - 3) Lebih banyak memperhatikan keadaan tubuhnya
 - 4) Mulai berpikir abstrak
- b. Masa remaja tengah yaitu 13-15 tahun
 - 1) Mencari identitas diri
 - 2) Timbulnya keinginan untuk berkencan
 - 3) Mempunyai rasa cinta yang mendalam
 - 4) Berkhayal tentang aktivitas seks
- c. Masa remaja akhir yaitu 16-21 tahun
 - 1) Pengungkapan kebebasan diri

- 2) Lebih selektif dalam mencari teman sebaya
- 3) Mempunyai ciri tubuh (*body image*) terhadap dirinya sendiri

Berdasarkan tahapan perkembangan individu dari masa bayi hingga masa tua akhir, masa remaja dibagi menjadi tiga tahapan yakni masa remaja awal, masa remaja pertengahan, dan masa remaja akhir. Adapun kriteria usia masa remaja awal pada perempuan yaitu 13-15 tahun dan pada laki-laki yaitu 15-17 tahun. Kriteria usia masa remaja pertengahan pada perempuan yaitu 15- 18 tahun dan pada laki-laki yaitu 17-19 tahun. Sedangkan kriteria masa remaja akhir pada perempuan yaitu 18-21 tahun dan pada laki-laki 19-21 tahun (Fitria, 2014).

3. Aspek Perkembangan Pada Masa Remaja

Pada masa perkembangan remaja ini ada beberapa aspek yang sangat menonjol perkembangannya. Antara lain adalah sebagai berikut:

a. Perkembangan Fisik

Secara umum, pertumbuhan dan perkembangan fisik sangat pesat pada usia 12/13-17/18 tahun. Pada masa ini, remaja merasakan ketidaknyamanan dan ketidakharmonisan pada diri mereka karena anggota badan dan otot-ototnya tumbuh secara tidak seimbang. Pertumbuhan otak secara cepat terjadi pada usia 10-12/13 dan 14-16/17 tahun. Pertumbuhan otak wanita meningkat 1 tahun lebih cepat daripada laki-laki yaitu pada usia 11 tahun, sedangkan 17 pertumbuhan otak laki-laki meningkat 2x lebih cepat dari pada wanita dalam usia 15 tahun.

b. Perubahan Eksternal

Untuk tinggi rata-rata anak perempuan mencapai tinggi yang matang pada usia anatar 17-18 tahun. Sedangkan laki-laki 1 tahun lebih lambat dari pada perempuan. Untuk berat perubahan berat badan mengikuti jadwal yang sama dengan perubahan tinggi, tetapi berat badan sekarang tersebar ke bagianbagian tubuh yang tadinya hanya mengandung sedikit lemak atau tidak mengandung lemak sama sekali. Sedang untuk organ seks, organ seks laki-laki maupun perempuan akan

mencapai ukuran yang matang pada akhir masa remaja. Pada seks, anak perempuan memulai pestyanya lebih cepat daripada anak laki-laki. Untuk proporsi tubuh : berbagai bagian tubuh lambat laun akan menunjukkan perbandingan yang baik, misalnya badan melebar dan memanjang yang mengakibatkan tubuh tak kelihatan terlalu panjang.

c. Perubahan Internal

- 1) Sistem pencernaan, perut menjadi lebih panjang sehingga tidak terlalu menyerupai bentuk pipa, hati bertambah berat dan kerongkongan bertambah panjang, otot-otot di perut dan dinding-dinding usus menjadi lebih tebal dan kuat, usus bertambah panjang dan bertambah besar.
- 2) Sistem peredaran darah, jantung tumbuh pesat pada masa remaja pada usia 17/18 tahun, beratnya 12 kali berat pada waktu lahir. Panjang dan tebal dinding pembuluh darah meningkat dan mencapai tingkat kematangan bilamana jantung sudah matang.
- 3) Jaringan tubuh, perkembangan kerangka berhenti rata-rata pada usia 18 tahun, sedangkan jaringan selain tulang terus berkembang sampai tulang mencapai ukuran matang.
- 4) Sistem pernafasan, kapasitas paru-paru anak perempuan hampir matang pada usia 17 tahun, anak laki-laki mencapai tingkat kematangan beberapa tahun kemudian.