

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Lanjut Usia**

##### **1. Definisi lanjut usia**

Lanjut usia (lansia) adalah tahap lanjut dari suatu proses kehidupan yang akan dialami semua individu, ditandai dengan penurunan kemampuan tubuh untuk beradaptasi dengan lingkungan. Proses menua (*Ageing Process*) adalah suatu proses menghilangnya secara perlahan-lahan kemampuan jaringan untuk memperbaiki diri atau mengganti dan mempertahankan fungsi normalnya sehingga dapat bertahan terhadap infeksi dan memperbaiki kerusakan yang di derita (Azizah, 2011).

##### **2. Batasan-batasan usia lanjut**

Menurut WHO (2016) terdapat empat tahapan yaitu: Usia pertengahan (*middle age*) usia 45-59 tahun, lanjut usia (*elderly*) usia 60-74 tahun (terbagi lagi yaitu rentang usia 60-65 tahun, 66-70 tahun, dan 71-74 tahun), lanjut usia tua (*old*) usia 75 - 90 tahun, dan usia sangat tua (*very old*) usia > 90 tahun. Menurut Undang-Undang 9 No. 13 Tahun 1998 tentang kesejahteraan lansia kategori seseorang dikatakan lanjut usia adalah usia 60 tahun keatas.

##### **3. Perubahan yang terjadi pada lansia**

Menurut Nugroho (2012) berikut ini adalah perubahan-perubahan yang terjadi pada lansia yaitu:

a. Perubahan fisik

1) Sel

Sel lebih sedikit jumlahnya, lebih besar ukurannya, berkurangnya cairan tubuh dan cairan intra seluler, menurunnya proporsi protein di otak, ginjal, darah dan hati, jumlah sel otak menurun, terganggunya mekanisme perbaikan sel dan otak menjadi atrofis beratnya berkurang 5-10%.

2) Sistem persyarafan

Berat otak menurun 10-20% (sel saraf otak semakin berkurang), lambatnya dalam respon sehingga lebih mudah stres, mengecilnya saraf panca indra, berkurangnya penglihatan, hilangnya pendengaran, mengecilnya syaraf penciuman dan perasa, lebih sensitife terhadap perubahan suhu dengan rendahnya ketahanan terhadap dingin dan kurang sensitife terhadap sentuhan.

3) Sistem pendengaran

*Presbiaskusis* (gangguan pendengaran) yaitu hilangnya kemampuan (daya) pendengaran pada telinga dalam terutama pada bunyi suara atau nada-nada yang tinggi, suara yang tidak jelas, sulit mengerti kata-kata, 50% terjadi pada usia diatas 65 tahun, dan kinerja sistem pendengaran menurun pada lansia yang mudah mengalami stres.

4) Sistem penglihatan

*fingier pupil* timbul sklerosis dan hilangnya respon terhadap sinar, kornea lebih berbentuk *sferis* (bola), lensa lebih suram (kekurangan pada lensa) menjadi katarak, jelas menyebabkan gangguan penglihatan, meningkatnya ambang, pengamatan sinar, daya adaptasi terhadap kegelapan lebih lambat, dan susah melihat dalam cahaya gelap serta hilangnya daya akomodasi.

#### 5) Sistem kardiovaskuler

Elastisitas, dinding aorta menurun, katup jantung menebal dan menjadi kaku, kemampuan jantung memompa darah menurun 1% setiap tahun sesudah berumur 20 tahun, hal ini menyebabkan menurunnya kontraksi dan volumenya sehingga tekanan darah meningkat yang diakibatkan oleh meningkatnya resistensi dari pembuluh darah perifer, pada kondisi normal sistolis normal  $\pm 120$  mm/Hg dan diastolis normal  $\pm 80$  mm/Hg. Penyakit DM sering ditandai dengan terjadinya hipertensi, dislipidemia, obesitas, dan disfungsi organ pankreas.

#### 6) Sistem pengaturan temperatur tubuh

Temperatur tubuh menurun (hipotermia) secara fisikologik  $\pm 35^{\circ}\text{C}$  ini akibat metabolisme yang menurun dan keterbatasan reflek menggigil dan tidak dapat memproduksi panas yang banyak sehingga terjadi rendahnya aktifitas otot.

#### 7) Sistem respirasi

Otot-otot pernafasan kehilangan kekuatan dan menjadi kaku, menurunnya aktifitas dari silia, paru-paru kehilangan elastisitas; kapasitas residu meningkat, menarik nafas lebih berat, kapasitas pernafasan maksimum menurun dan kedalaman bernafas menurun dan kemampuan batuk menurun.

#### 8) Sistem gastrointestinal

Kehilangan gigi, indra pengecap menurun, peritiltik melemah dan biasa timbul konstipasi serta rasa lapar menurun, asam lambung menurun, waktu mengosongkan lambung menurun.

#### 9) Sistem kulit

Kulit mengerut atau keriput karena kehilangan jaringan lemak dan permukaan kulit kasar dan bersisik.

#### 10) Sistem muskolesletal

Tulang akan kehilangan *density* (cairan) dan makin rapuh, atrofi serabut otot (otot-otot serabut kecil), serabut-serabut otot mengecil sehingga seseorang bergerak menjadi lamban, otot-otot kram dan menjadi tremor serta persendian menjadi membesar dan kaku.

#### b. Perubahan mental dan psikososial

Berkurangnya penampilan, persepsi dan ketrampilan. Psikomotorik terjadi perubahan pada daya membayangkan karena tekanan-tekanan dari faktor waktu.

### **B. Kolesterol**

#### **1. Definisi kolesterol**

Kolesterol merupakan salah satu komponen lemak atau zat lipid, lemak merupakan salah satu zat gizi yang sangat diperlukan oleh tubuh kita selain zat gizi lainnya seperti karbohidrat, protein, vitamin dan mineral. Lemak merupakan salah satu sumber energi yang memberikan kalori paling tinggi. Selain sebagai salah satu sumber energi, lemak atau khususnya kolesterol merupakan zat yang paling dibutuhkan oleh tubuh dan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia (Naim dkk, 2019).

Kolesterol merupakan sejenis lemak yang mengelilingi dinding setiap sel didalam tubuh yang secara terus menerus dibentuk atau disintesis di dalam hati (liver). Sekitar 70% kolesterol dalam darah merupakan sistesis di dalam hati,

sedangkan sisanya berasal dari asupan makanan. Lemak merupakan salah satu sumber energi yang memberikan kalori paling tinggi. Kolesterol total adalah jumlah kolesterol yang dibawa dalam semua partikel pembawa kolesterol dalam darah. Kolesterol terdistribusi luas di semua sel tubuh, terutama di jaringan saraf. Ketika kadar kolesterol total lebih dari normal disebut hiperkolesterolemia (Anies, 2015).

## **2. Jenis-jenis kolesterol**

### *a. Low density lipoprotein (LDL)*

*Low density lipoprotein* (LDL merupakan jenis kolesterol jahat karena dapat menumpuk di pembuluh darah dan menyebabkan penyempitan, jika kadarnya dalam tubuh terlalu tinggi. Jika sudah menyebabkan penyempitan pembuluh darah, sirkulasi darah akan terganggu dan risiko penyakit kardiovaskular seperti serangan jantung dapat meningkat.

### *b. High density lipoprotein (HDL)*

*High density lipoprotein* (HDL) merupakan jenis kolesterol yang bersifat baik atau HDL punya fungsi penting dalam tubuh, sehingga semakin tinggi tingkat kolesterol baik atau HDL, maka akan semakin baik untuk kesehatan. Ini karena HDL melindungi dari penyakit jantung.

### *c. Trigliserida*

Selain kolesterol jahat dan baik, ada juga trigliserida, yang merupakan jenis lemak yang paling umum di dalam tubuh. Fungsi dari jenis kolesterol ini adalah sebagai cadangan energi yang didapat dari makanan, yang diolah menjadi lemak di dalam tubuh. Lemak ini juga dapat meningkatkan risiko penyakit jantung.

Jadi, semakin rendah tingkat trigliserida, maka akan semakin baik untuk kesehatan.

d. Kolesterol total

Kolesterol total merupakan gabungan dari jumlah kolesterol baik, kolesterol jahat, dan trigliserida dalam setiap desiliter darah. Biasanya, dengan melihat kadar kolesterol total dan HDL saja sudah dapat menggambarkan kondisi umum kadar kolesterol

Untuk menentukan kadar kolesterol seseorang tinggi atau rendah semuanya harus mengacu pada pedoman umum yang telah disepakati yaitu menurut (Perkeni, 2019).

Tabel 1  
Kategori Batasan Kadar Kolesterol

Pengukuran	Rendah	Normal	Cukup Tinggi	Tinggi	Sangat Tinggi
LDL		<100 mg/dL	100-159 mg/dL	160-189 mg/Dl	>190 mg/dL
HDL	<40 mg/dL			>60 mg/Dl	
Trigliserida		<150 mg/dL	150-199 mg/dL	200-499 mg/dL	>499 mg/dL
Kolesterol Total		<200 mg/dL	200-230 mg/dL	>240 mg/Dl	

### 3. Biosintesis kolesterol

Menurut Botham & Mayes (2014), menjelaskan biosintesis kolesterol terdiri dari 5 tahap sebagai berikut ini:

- a. Tahap pertama, biosintesis mevalonat: *Asetil-KoA* membentuk *Asetoasetil-KoA* yang dikatalisis oleh *tiolasesitosol*. *Asetoasetil KoA* mengalami kondensasi dengan molekul *asetil-KoA* lain yang dikatalisis oleh *HMG-KoA* sintase untuk membentuk *HMG-KoA* yang direduksi menjadi mevalonat.
- b. Tahap kedua, pembentukan unit isoprenoid: mevalonate mengalami fosforilasi secara sekuensial oleh ATP untuk membentuk beberapa senyawa

yang terfosforilasi dengan bantuan reaksi dekarboksilase maka terbentuk unit isoprenoid aktif yaitu isopentenildifosfat.

- c. Tahap ketiga, enam unit isoprenoid membentuk skualen: isopentenildifosfat mengalami isomerase melalui pergeseran ikatan rangkap untuk membentuk dimetilalil difosfat, yang kemudian bergabung dengan molekul lain isopentenil difosfat untuk membentuk zat antara sepuluh karbon geranyl difosfat. Kondensasi lebih lanjut dengan isopentanyl difosfat membentuk farnesil difosfat, dua molekul farnesil difosfat bergabung di ujung difosfat untuk membentuk skualen.
- d. Tahap keempat, pembentukan lanosterol: skualen yang terbentuk dapat melipat, membentuk suatu struktur yang sangat mirip dengan inti steroid. Sebelum terjadi penutupan cincin, skualen 2,3-epoksida oleh oksidase berfungsi sebagai campuran di retikulum endoplasma.
- e. Tahap kelima, pembentukan kolesterol: pembentukan kolesterol dari lanosterol berlangsung di membrane retikulum endoplasma yang melibatkan pertukaran di inti steroid dan rantai samping. Gugus metil di C14 dan C4 dikeluarkan untuk membentuk 14-desmetil lanosterol dan kemudian zimosterol. Ikatan rangkap C8-C9 kemudian dipindahkan ke C5-C6 dalam dua Langkah membentuk desmosterol, yang akhirnya ikatan rangkap rantai sampai direduksi dan menghasilkan kolesterol.

#### **4. Metabolisme kolesterol**

Menurut Yovina (2012) metabolisme kolesterol terbagi menjadi 2 jalur yaitu:

a. Jalur eksogen

Makanan berlemak yang kita makan terdiri atas trigliserida dan kolesterol. Trigliserida dan kolesterol dalam usus halus akan diserap kedalam enterosit mukosa usus halus. Trigliserida akan diserap sebagai asam lemak bebas, sedangkan kolesterol, sebagai kolesterol. Pada usus halus asam lemak bebas akan diubah lagi menjadi triglisenda, sedangkan kolesterol mengalami esterifikasi menjadi kolesterol ester. Keduanya Bersama fosfolipid dan apolipoprotein akan membentuk partikel besar lipoprotein, yang disebut kilomikron. Kilomikron ini akan membawanya kedalam aliran darah. Trigliserida dalam kilomikron tadi mengalami penguraian oleh enzim lipoprotein lipase yang berasal dari endotel, sehingga terbentuk asam lemak bebas atau *free fatty acid* dan kilomikron remnant.

Asam lemak bebas dapat disimpan sebagai trigliserida kembali di jaringan lemak (adiposa), tetapi bila terdapat dalam jumlah yang banyak sebagian akan diambil oleh hati menjadi bahan untuk pembentukan trigliserida hati. Sewaktu-waktu jika kita membutuhkan energi dari lemak, trigliserida dipecah menjadi asam lemak dan gliserol, untuk ditransportasikan menuju sel-sel untuk dioksidasi menjadi energi. Proses pemecahan lemak jaringan ini dinamakan lipolisis. Asam lemak tersebut ditransportasikan oleh albumin ke jaringan sebagai asam lemak bebas.

Kilomikron remnant akan dimetabolisme dalam hati sehingga menghasilkan kolesterol bebas. Sebagian kolesterol yang mencapai organ hati diubah menjadi asam empedu, yang akan dikeluarkan kedalam usus, berfungsi seperti detergen dan membantu proses penyerapan lemak dari makanan.



Sebagian lagi dari kolesterol di dikeluarkan melalui saluran empedu tanpa dimetabolisme menjadi asam empedu kemudian organ hati akan mendistribusikan kolesterol ke jaringan tubuh lainnya melalui jalur endogen. Pada akhirnya, kilomikron yang tersisa (lemaknya telah diambil), dibuang dari aliran darah oleh hati. Kolesterol juga dapat diproduksi oleh hati dengan bantuan enzim yang disebut *HMG Koenzim-A Reduktase*, kemudian dikirimkan ke dalam aliran darah.

b. Jalur endogen

Pembentukan trigliserida dan kolesterol disintesis oleh hati diangkut secara endogen dalam bentuk VLDL. *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) akan mengalami hidrolisis dalam sirkulasi oleh lipoprotein lipase yang juga menghidrolisis kilomikron menjadi IDL. Partikel IDL kemudian diambil oleh hati dan mengalami pemecahan lebih lanjut menjadi produk akhir yaitu LDL. *Low D*

*ensity Lipoprotein* (LDL) akan diambil oleh reseptor LDL di hati dan mengalami katabolisme, LDL ini bertugas menghantar kolesterol ke dalam tubuh. *High Density Lipoprotein* (HDL) berasal dari hati dan usus sewaktu terjadi hidrolisis kilomikron dibawah pengaruh enzim *lecithin cholesterol acyltransferase* (LCAT). Ester kolesterol ini akan mengalami perpindahan dari HDL kepada VLDL dan IDL, sehingga dengan demikian terjadi kebalikan arah transport kolesterol dan perifer menuju hati.

## **5. Faktor yang mempengaruhi kadar kolesterol**

Kadar kolesterol dalam darah dapat dipengaruhi oleh 2 faktor risiko yaitu faktor yang dapat diubah dan faktor yang tidak dapat diubah menurut (Adhiyani, 2013) yaitu :

### **a. Faktor yang tidak dapat diubah**

#### **1) Usia dan jenis kelamin**

Semakin meningkatnya usia seseorang ditambah dengan kebiasaan mengonsumsi makanan tinggi kolesterol akan meningkatkan resiko seseorang mengalami hiperkolesterolemia. Wanita memiliki hormon estrogen yang dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Pria memiliki hormone testosterone dapat meningkatkan kadar kolesterol.

#### **2) Genetik**

Seseorang yang memiliki riwayat keluarga dengan hiperkolesterolemia memiliki risiko untuk mengalami hal yang sama pula. Kelainan genetik pada gen-gen yang mengatur metabolisme lemak juga dapat mempengaruhi kadar kolesterol. Biasanya kelainan ini diwariskan dari kedua orang tuanya. Gangguan genetic langka yang disebabkan oleh kerusakan gen yang memberi kode pada reseptor LDL disebut hiperkolesterolemia familial.

### **b. Faktor yang dapat diubah**

#### **1) Aktivitas fisik**

Aktivitas fisik merupakan bentuk dari aktivitas otot yang menghasilkan kontraksi otot-otot. Aktivitas fisik yang cukup dan dilakukan setiap hari, maka energi harian yang dikeluarkan semakin besar pula sehingga lemak dan berat

badan akan mengalami penurunan secara berkala. Pengurangan energi dan lemak juga membantu menurunkan kadar kolesterol dalam darah.

Alat untuk mengukur aktifitas fisik adalah dengan IPAQ. Saat di ajukan pertanyaan aktifitas fisik, responden diajak untuk memikirkan Aktifitas Fisik yang ditanyakan yang di lakukan minimal 10 Menit atau lebih dalam kurun waktu perhitungan selama 7 hari kebelakang dalam setiap kali kegiatan, baik yang berkaitan dengan:

1. Aktifitas Fisik terkait pekerjaan
2. Perjalanan menuju ke tempat kerja, pasar, tempat rekreasi.
3. Tingkat Berat, sedang ringannya beban aktifitas fisik
4. Olahraga, Rekreasi dan kegiatan Waktu luang lainnya.
5. Aktifitas Fisik Duduk

Alat Ukur : Kuesioner aktifitas fisik

Metode :Pasien diminta menjawab pertanyaan secara lisan yang ditanyakan oleh tim peneliti sesuai dengan keadaan pasien secara jujur, jawaban berupa jenis aktifitas fisik (ringan, sedang, berat) dan lama dalam menit, hari, dan minggu.

Tuliskan jumlah waktu dalam menit serta lamanya dalam jumlah hari yang biasa dilakukan responden untuk setiap aktifitas yang ditanyakan, dan pindahkan ke dalam kotak yang tersedia, lalu dibuat perhitungannya seberapa besar kemampuan aktifitas fisik responden yang terdiri dari 3 level dengan criteria sebagai berikut:

- 1) Non Aktifitas Fisik
  - a. Ketidak Aktifan telah dilaporkan, atau

b. Beberapa aktifitas dilaporkan, tapi tidak cukup untuk sampai masuk kategori level 2

2) Aktif Minimal.

a. Terhitung melakukan aktifitas berat selama 3 hari atau lebih selama 20 menit per hari

b. Terhitung melakukan aktifitas sedang selama 5 hari atau lebih selama 30 menit per hari

c. Terhitung melakukan aktifitas kombinasi dari berjalan, aktifitas dengan intensitas berat dan aktifitas dengan intensitas sedang yang menghasilkan capaian minimum 600 MET-min/minggu.

d. Aktifitas dengan intensitas berat selama 3 hari dan terakumulasi setidaknya 1500 MET-min/ minggu ATAU

e. 7 hari atau lebih terhitung melakukan aktifitas kombinasi dari berjalan, aktifitas dengan intensitas berat dan aktifitas dengan intensitas sedang yang menghasilkan capaian minimum 3000 MET-min/minggu.

Perhitungan MET-min per minggu = MET level x menit dari aktifitas x frekuensi per minggu, contoh perhitungan MET-min/minggu selama 30 menit sebanyak 5x (hari)/minggu

2) Pola konsumsi makanan berlemak

Kolesterol pada umumnya berasal dari lemak hewani seperti daging kambing, meskipun tidak sedikit pula yang berasal dari lemak nabati seperti santan dan minyak kelapa .Telur juga termasuk makanan yang mengandung kolesterol yang tinggi. Makanan yang banyak mengandung lemak jenuh menyebabkan peningkatan kadar kolesterol, seperti minyak kelapa, minyak

kelapa sawit dan mentega juga juga memiliki lemak jenuh yang dapat meningkatkan kadar kolesterol.

Salah satu faktor resiko terjadinya hiperkolesterolemia adalah pola konsumsi makanan yang mengandung lemak. Dalam Pedoman Umum Gizi Seimbang (Depkes, 2000) disebutkan bahwa asupan lemak adalah 25% total energi. Penelitian yang dilakukan diantaranya untuk melihat tingkat konsumsi bahan makanan yang mengandung lemak. Untuk mendapatkan data tersebut dilakukan wawancara mengenai kebiasaan makan sampel dengan menggunakan Food Frequency Semi Quqntitative.

### 3) Indeks masa tubuh (IMT)

Overwight dan obesitas diakibatkan karena ketidakseimbangan asupan energi dengan energi yang digunakan. Kelebihan energi akan disimpan tubuh dalam bentuk lemak. Penimbunan lemak terutama dibagian tengah tubuh meningkatkan resiko terjadinya resistensi terhadap insulin, hipertensi, dan hiperkolesterolimia.

## 6. Pemeriksaan kadar kolesterol total

Berikut pemeriksaan kadar kolesterol dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

### a. Metode POCT (*Point of care testing*)

Metode POCT merupakan serangkaian pemeriksaan laboratorium sederhana menggunakan alat meter. Metode POCT dirancang hanya untuk sampel darah kapiler bukan untuk sampel serum atau plasma. Penggunaan POCT karenaharga yang terjangkau dan hasil yang relatife singkat. Alat ini hanya memerlukan sedikit sampel darah (*whole blood*), sehingga digunakan

darah kapiler. POCT pemeriksaan kolesterol darah total terdiri dari alat meter kolesterol 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 elektro kimia dengan dilapisi enzim *cholesterol oxidase* pada strip membran (Menkes, 2014)

Adapun kelebihan dan kekurangan dari metode POCT (*Point of care testing*) yaitu sebagai berikut :

Kelebihan :

- 1) Penggunaan instrument sangat mudah,praktis dan efisien.
- 2) Penggunaan jumlah sampel sedikit.
- 3) Mengurangi atau meniadakan tahap praanalitik, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan pada tahap ini.
- 4) Hasil dapat diketahui lebih, cepat, sehingga cepat dalam pengambilan keputusan.
- 5) Mengurangi waktu kunjungan klinik rawat jalan dan penggunaan waktu tenaga kesehatan yang lebih optimal.
- 6) Pemeriksaan dapat dilakukan mandiri.

Kekurangan :

- 1) Jenis pemeriksaan masih terbatas.
- 2) Akurasi dan presisi hasil pemeriksaan metode POCT belum sebaik hasil dari laboratorium klinik.
- 3) Proses QC (*Quality Control*) belum baik.

- 4) Proses dokumentasi hasil belum baik, karena biasanya alat ini belum dilengkapi dengan system identifikasi pasien, printer dan belum terkoneksi dengan Sistem Informasi Laboratorium (SIL).
- 5) Biaya pemeriksaan lebih mahal bila dibandingkan dengan biaya pemeriksaan di laboratorium klinik.
- 6) Pemeriksaan masih menggunakan metode yang invasive.

Penyebab ketidak akuratan hasil pemeriksaan menggunakan alat POCT antara lain operator yang tidak kompeten dan berpengalaman, petugas tidak mematuhi prosedur penggunaan alat, menggunakan reagen yang tidak mempunyai bahan kontrol, kurangnya supervisi, tidak melakukan pematapan mutu.

Untuk menjamin mutu hasil pemeriksaan POCT maka harus dibentuk Komite POCT rumah sakit yang memiliki tugas melakukan koordinasi pelatihan personil baru, memilih metode pemeriksaan, memonitor control mutu dan program profisiensi, serta menentukan tempat meletakkan alat POCT tersebut.

Jaminan mutu meliputi praanalitik yaitu mulai identifikasi pasien dengan benar, persiapan pasien dan alat, analitik, sampai paskaanalitik yaitu keluarnya hasil pemeriksaan. Dalam jaminan mutu didapatkan 2 komponen, yaitu control mutu internal dan penilaian mutu eksternal. Kontrol mutu internal adalah menganalisis bahan kontrol oleh pengguna alat POCT sebelum melakukan pemeriksaan pada pasien untuk menjamin bahwa alat tersebut dapat menghasilkan hasil pemeriksaan yang akurat. Sedangkan penilaian mutu eksternal adalah Analisa sampel yang tidak diketahui nilainya dan berasal dari

sumber eksternal. Sampel penilaian mutu eksternal didistribusikan oleh Departemen Patologi Klinik kepada semua alat POCT.

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

Prinsip pemeriksaan kadar kolesterol total metode kolorimetrik enzimatis adalah kolesterol ester diurai menjadi kolesterol dan asam lemak menggunakan enzim kolesterol esterase. Kolesterol yang terbentuk kemudian diubah menjadi Cholesterol-3-one dan hydrogen peroksida oleh enzim kolesterol oksidase. Hydrogen peroksida diubah menjadi zat yang berwarna merah. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi kolesterol total dan dibaca pada  $\lambda$  546 nm ((Maulia, 2013).

c. Metode *Liebermann burchard*

Prinsip dari metode ini adalah apabila kolesterol direaksikan dengan asam acetatanhidrid dan asam sulfat pekat dalam lingkungan bebas air, maka akan terbentuk warna hijau-biru yang intensitas akibat pembentukan polimerhidro karbon tak jenuh. Reaksi warna diawali protonasi gugus hidroksi dalam kolesterol dan menyebabkan lepasnya air untuk menghasilkan ion karbonin 3,5 kolestadiena, yang selanjutnya dioksidasi oleh ion sulfit menghasilkan senyawa kromoforasamkolesta heksaena-sulfonat. Warna yang terbentuk kemudian ditentukan absorbansinya dengan fotometer. Metode *Liebermann Burchard* yang dimodifikasi, dapat diketahui kadar kolesterol bebas atau dalam bentuk ester. Metode ini menggunakan asam asetat hidrat yang berfungsi sebagai zat pengekstrak agar kolesterol keluar dari serum darah. Sedangkan asam sulfat



pekat digunakan sebagai zat pengkompleks sehingga larutan yang terbentuk memberikan warna (Maulia, 2013).

d. Metode elektrode-based biosensor

Prinsip pemeriksaan merupakan katalis yang digabung dengan teknologi biosensor yang spesifik terhadap pengukuran kolesterol. Strip pemeriksaan dirancang dengan cara tertentu sehingga pada saat darah diteteskan pada zona reaksi dari strip, katalisator kolesterol memicu oksidasi kolesterol dalam darah. Intensitas dari elektron yang terbentuk diukur oleh sensor dari alat dan sebanding dengan konsentrasi kolesterol dalam darah (Maulia, 2013).

e. Metode *iron salt acid*

Metode *Iron Salt Acid* menghasilkan kation tetra enilik, p-TSA bereaksi dengan turunan kolesterol untuk membentuk senyawa kromofor, kromofor kemudian akan memberikan serapan pada fotometer (Maulia, 2013).