

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Lipid

1. Definisi Lipid

Lipid adalah senyawa yang berisi karbon dan hidrogen yang bersifat hidrofobik, yaitu tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik. Lipid merupakan sekelompok ikatan organik yang terdiri atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan Oksigen (O), yang larut dalam zat-zat pelarut tertentu seperti *petroleum benzene* dan *ether*. Lemak yang memiliki titik lebur tinggi bersifat padat pada suhu kamar, sedangkan yang mempunyai titik lebur rendah bersifat cair (Sediaoetama, 2008).

Lipid merupakan sumber energi utama bagi tubuh, lipid juga menyediakan sawar hidrofobik yang memungkinkan pemisahan (partisi) kandungan sel yang berair dan struktur subseluler. Ketidakseimbangan metabolisme lipid dapat menimbulkan beberapa masalah klinis utama yang ditemui seperti aterosklerosis dan obesitas (Champe *et al*, 2010).

2. Fungsi Lipid

Menurut Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat (2009), lipid memiliki beberapa fungsi. Diantaranya adalah:

- a. Sumber energi yang menghasilkan kalori 9kkal setiap gram lemak.
- b. Sumber asam lemak esensial, asam lemak linoleat dan aa linolenat

- c. Pelarut vitamin dan juga membantu transportasi dan absobsi vitamin A, D, E, K
- d. Menghemat penggunaan protein untuk sintesa protein
- e. Membantu sekresi asam lambung dan pengosongan lambung
- f. Memberi tekstur khusus dan kelezatan makanan
- g. Pelumas dan membantu pengeluaran sisa pencernaan
- h. Memelihara suhu tubuh
- i. Melindungi organ jantung, hati, ginjal, dari benturan dan bahaya lainnya.

3. Metabolisme Lipid

Makanan yang dikonsumsi seseorang akan masuk ke dalam tubuh dan diproses oleh bagian pencernaan. Dalam proses pencernaan di dalam tubuh itu makanan-makanan yang mengandung lemak dan kolesterol akan diurai secara alami oleh proses tubuh menjadi trigliserida, kolesterol, asam lemak bebas, dan fosfolipid. Senyawa-senyawa yang dihasilkan itu pun didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh agar dapat bekerja dan memenuhi kebutuhan tubuh dengan baik. Pendistribusian senyawa-senyawa yang dihasilkan itu melalui saluran darah, yaitu saluran yang saling berkesinambungan dan dapat mencapai seluruh jaringan tubuh. Senyawa-senyawa itu pun diserap di dalam darah dan dialirkan ke seluruh tubuh (Graha, 2010).

Sebagai zat yang tidak dapat larut di dalam darah, untuk dapat mendistribusikan dirinya kolesterol itu bekerjasama dengan protein

menjadi partikel yang bernama lipoprotein. Lipoprotein inilah yang mengalir didalam saluran darah dan mendistribusikan kolesterol dan lemak yang ada ke seluruh anggota tubuh dan digunakan dengan baik bagi kerja tubuh (Graha, 2010).

Lemak dan kolesterol dalam darah itupun ditransportasikan melalui 2 jalur yaitu:

a. Jalur Eksogen

Setelah makanan yang mengandung lemak itu diurai secara alami oleh tubuh, maka uraian yang dihasilkan dalam bentuk triglycerida dan kolesterol di dalam usus dikemas lagi dalam bentuk partikel besar lipoprotein yang disebut dengan nama kilomikron. Kilomikron ini akan membawa kandungan lemak itu ke dalam aliran darah.

Triglycerida dalam kilomikron tadi akan mengalami penguraian lanjutan yang dilakukan oleh enzim lipoprotein lipase sehingga akirnya terbentuk asam lemak bebas dan kilomikrom remnan.

Asam lemak bebas yang dihasilkan akan bergerak dan menembus jaringan otot dan jaringan lemak di bawah kulit, kemudian di jaringan tersebut asam lemak itu diubah kembali menjadi triglycerida yang berfungsi sebagai cadangan energi bagi tubuh.

Sedangkan kilomikron remnan yang dihasilkan akan dimetabolisme oleh hati sehingga menghasilkan kolesterol bebas.

Kolesterol yang mencapai organ hati itupun sebagian kemudian diubah menjadi asam empedu, kemudian zat inipun dikeluarkan ke dalam usus.

Di dalam usus zat ini berfungsi sebagai pembersih usus dan membantu proses penyerapan lemak dari makanan yang dikonsumsi.

Sebagian lagi dari kolesterol yang dikeluarkan melalui saluran empedu dan tidak mengalami proses metabolism lanjutan lagi kemudian menjadi asam empedu, yang kemudian oleh organ di dalam hati akan didistribusikan ke jaringan tubuh yang lain melalui jalur endogen (Graha, 2010).

b. Jalur Endogen

Makanan yang masuk ke dalam tubuh yang mengandung banyak karbodidrat kemudian diolah oleh hati menjadi asam lemak, yang akhirnya terbentuklah trigliserida.

Trigliserida yang ada itu ditransportasikan di dalam tubuh dalam bentuk lipoprotein yang bernama *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL). VLDL ini akan dimetabolisme kembali oleh tubuh sehingga menjadi *Intermediate Density Lipoprotein* (IDL). Kemudian IDL ini kembali mengalami proses di dalam tubuh sehingga akhirnya terbentuk LDL yang kaya akan kolesterol.

Low Density Lipoprotein (LDL) inipun kemudian mentrasnportasikan zat-zat kolesterol yang memilikinya ke jaringan tubuh melalui saluran darah.

Kolesterol itu kemudian digunakan tubuh untuk bekerja, dan sebagian kolesterol yang tidak digunakan oleh tubuh dilepaskan ke dalam darah.

Kolesterol yang dilepaskan ini kemudian akan berikatan dengan *High Density Lipoprotein* (HDL). HDL ini kemudian membawa kelebihan kolesterol di dalam darah itu menuju ke hati untuk kemudian diproses kembali (Graha, 2010).

B. Kolesterol

1. Pengertian Kolesterol

Menurut keputusan Menteri Kesehatan tentang pedoman pemeriksaan kimia klinik nomor 1792/MENKES/SK/XII/2010, Kolesterol adalah metabolit yang mengandung lemak sterol yang ditemukan pada membran sel dan disirkulasikan dalam plasma darah.

Kolesterol adalah lemak 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. Secara normal kolesterol yang dibutuhkan tersebut, diproduksi sendiri oleh tubuh dalam jumlah yang tepat. Tetapi bisa

meningkat jumlahnya karena asupan makanan yang berasal dari lemak hewani, telur.(LIPI, 2009).

Kolesterol merupakan lemak darah yang disintesis di hati serta ditemukan dalam sel darah merah, membran sel, dan otot.Kira-kira sebanyak 70% kolesterol diesterifikasi (dikombinasi dengan asam lemak) serta 30% dalam bentuk bebas.Tubuh menggunakan kolesterol untuk membentuk garam empedu sebagai fasilitator pencernaan lemak dan untuk pembentukan hormon oleh kelenjar adrenal, ovarium, dan testis.Hormon tiroid dan estrogen dapat menurunkan konsentrasi kolesterol, serta sebaliknya, tindakan pembedahan ooforektomi, meningkatkan konsentrasinya (Kee, 2007).

Kolesterol serum digunakan sebagai indikator penyakit *arteri coroner* dan aterosklerosis.Hiperkolesterolemia menyebabkan penumpukan plak di arteri coroner sehingga dapat menyebabkan *Myocard Infarct* (MCI). Kadar kolesterol serum yang tinggi dapat berhubungan dengan kecenderungan genetik(herediter), obstruksi bilier, dan atau asupan diet (Kee, 2007).

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).

Kolesterol terdistribusi luas di semua sel tubuh, akan tetapi yang utama di jaringan saraf. Kolesterol merupakan konstituen utama membran plasma dan lipoprotein plasma. Senyawa ini sering ditemukan sebagai ester kolesterol, dengan gugus hidroksil di posisi 3 yang mengalami esterifikasi dengan suatu asam lemak rantai panjang. Senyawa ini terdapat pada hewan, tetapi tidak pada tumbuhan atau bakteri (Murray, 2009).

Sekitar separuh kolesterol di dalam 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 dalam makanan dan asupan kalori total merupakan penentu utama konsentrasi lemak darah. Orang dengan asupan kalori yang rendah memperlihatkan kadar trigliserida yang relatif rendah dibandingkan dengan populasi umum. Selain itu, vegetarian yang sangat sedikit mendapat kolesterol dari makanan kadar kolesterol darah yang relatif rendah (Sacher, 2012).

Lemak yang diserap dari makanan diangkut ke hati sebagai kilomikron yang kaya trigliserida. Kilomikron seyogyanya menghilang dari sirkulasi darah beberapa jam setelah makan, dan adanya kilomikron dalam serum puasa merupakan hal yang abnormal. Konsumsi makanan yang mengandung kalori tinggi dalam jangka panjang terutama yang

banyak mengandung lemak, menyebabkan peningkatan presisten triglicerida, yang terutama berada dalam partikel VLDL (Sacher, 2012).

Asupan karbohidrat yang tinggi menyebabkan peningkatan triglicerida dan VLDL secaracepat.

Kolesterol dalam makanan meningkatkan kandungan kolesterol LDL,demikian juga asupan asam lemak tidak jenuh melalui makanan, konsumsi asam lemak tidak jenuh mungkin menurunkan kolesterol total.Alkohol dapat menaikkan konsentrasi triglicerida,terutama mempengaruhi VLDL dan kadang – kadang kilomikron (Sacher, 2012).

3. Manfaat Kolesterol

Sebagai bahan dasar sel-sel, jaringan-jaringan maupun organ-organ tubuh, kolesterol merupakan zat penting tubuh.Seperti layaknya zat-zat gizi; karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan tuuh untuk tetap tumbuh dan bekerja dengan baik.Kolesterol pun dibutuhkan oleh tubuh dan memberikan manfaat. Manfaat kolesterol itu antara lain:

a. Pembentuk dinding sel tubuh

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, sel-sel di otak terdiri pula atas kolesterol.Seluruh bagian sel-sel yang ada di tubuh memerlukan kolesterol.

b. Pembentuk Hormon-hormon

Hormon adalah zat aktif yang dihasilkan oleh tubuh, dalam hal ini oleh kelenjar endokrin. Hormon yang dihasilkan itu akan masuk ke dalam peredaran darah, kemudian memengaruhi jaringan dan juga aktifitas organ-organ lain di dalam tubuh.

Kolesterol merupakan bahan penting yang dibutuhkan oleh tubuh sebagai bahan dasar pembentukan hormone-hormon seperti testosterone, estrogen, progesterone.

c. Pembentuk Vitamin D

Kolesterol ini dibutuhkan untuk membuat vitamin D yang penting bagi kesehatan tulang, yang merupakan rangka penting sebagai penyangga tubuh.

d. Membantu proses kerja tubuh di empedu

Kolesterol dibutuhkan sebagai bahan pembentukan asam dan garam empedu yang berfungsi mengemulsi lemak di dalam tubuh.

e. Sumber energi

Sebagai salah satu senyawa lemak, maka kolesterol itu merupakan salah satu sumber energi yang memberikan kalori yang sangat tinggi bagi tubuh. Kalori dibutuhkan oleh tubuh untuk bergerak dan beraktivitas (Graha, 2010).

4. Macam-Macam Kolesterol

Kolesterol terbagi dalam 3 macam, yaitu:

a. Kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*)

Dalam kolesterol LDL susunannya memiliki jumlah kolesterol yang terbanyak dibanding protein dan trigliserida.

Sel hati memproduksi kolesterol dalam tubuh, kemudian disebarluaskan oleh sistem tubuh kolesterol LDL ini dalam darah ke jaringan-jaringan tubuh. Kolesterol ini dibawa ke sel-sel tubuh yang memerlukan seperti sel otot jantung, otak, dan fungsi tubuh lainnya agar tubuh dapat berfungsi dengan baik (Graha, 2010).

b. Kolesterol VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*)

Dalam susunan kolesterol VLDL memiliki jumlah trigliserida yang terbanyak dibanding protein dan kolesterol.

Very Low Density Lipoprotein(VLDL) ini merupakan kolesterol yang memiliki sifat seperti kolesterol LDL tetapi kandungan terbesar yang dimilikinya bukanlah kolesterol tetapi trigliserida, sebagai salah satu jenis lemak yang ada di dalam darah (Graha, 2010).

c. Kolesterol HDL (*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 (Graha, 2010).

5. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Kolesterol

Kadar kolesterol dapat menjadi 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 :

a. 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 (Kingham, 2009).

b. 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).

c. Pola Makan

Mengkonsumsi 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).

d. 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 masa tubuh, maka kecenderungannya adalah kolesterol LDL lebih tinggi dan HDL lebih rendah dari seharusnya (Kingham, 2009).

e. Seberapa Sering Beraktivitas

Aktivitas fisik tidak hanya menurunkan kolesterol LDL, tapi juga menghambat faktor risiko terkena CVD (*Cerebro Vascular Disease*) 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).

6. Metode pemeriksaan kolesterol

a. Metode *Elektode Based Biosensor*

Prinsip pemeriksaan dalam metode ini adalah 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 (Permenkes RI 2010).

b. Metode Fotometri

Ester kolesterol oleh kolesterol esterase diubah menjadi kolesterol dan asam lemak bebas. Kolesterol yang terbentuk dioksidasi dengan bantuan kolesterol oksidase membentuk kolesterol dan hidrogen peroksida. Hydrogen peroksida yang terbentuk bereaksi dengan phenol dan 4 – amino phenazon dengan bantuan enzim peroksidase membentuk quinonimin yang berwarna merah muda, kemudian diukur dengan photometer pada rentang panjang gelombang 480-550 nm. Intensitas warna yang terbentuk setara dengan kadar kolesterol yang terdapat dalam sampel (Permenkes RI 2010).

c. Metode Spektrofotometri

Kolesterol ester diurai menjadi kolesterol dan asam lemak menggunakan enzim kolesterol esterase. Kolesterol yang terbentuk kemudian menjadi Cholesterol-3-one dan hidrogen peroksida oleh enzim kolesterol oksidase. Hidrogen peroksidase yang terbentuk beserta fenol dan 4 –aminophenazon oleh peroksidase diubah menjadi zat yang berwarna merah. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi kolesterol total dan dibaca pada panjang gelombang 500 nm (Permenkes RI, 2010).

C. Trigliserida

1. Pengertian Trigliserida

Menurut keputusan Menteri Kesehatan tentang pedoman pemeriksaan kimia klinik nomor 1792/MENKES/SK/XII/2010, Trigliserida adalah bentuk utama dari lemak yang disimpan oleh tubuh. Trigliserida terdiri dari 3 molekul asam lemak yang dikombinasikan dengan molekul dari gliserol alkohol. Trigliserida sebagian besar berasal dari makanan yang kita makan (Kemenkes, 2010).

Trigliserida merupakan salah satu jenis lemak di dalam tubuh yang di dalam cairan darah dikemas dalam bentuk partikel lipoprotein. Lipoprotein yang mengandung trigliserida adalah kilomikron. Trigliserida adalah ester gliserol, atau suatu alkohol trihidrat dan asam lemak yang tepatnya disebut triasilgliserol. Bila ketiga asam lemak di dalam trigliserida adalah asam lemak yang sama dinamakan asam lemak trigliserida campuran (Rorod, 2011)

Trigliserida merupakan jenis lemak yang terdapat dalam darah. Jenis ini adalah hasil uraian kerja tubuh terhadap makanan yang mengandung lemak dan kolesterol yang telah dikonsumsi dan masuk ketubuh, serta juga dibentuk di hati. Setelah mengalami proses di dalam tubuh, trigliserida ini diserap di usus kemudian masuk kedalam plasma darah untuk kemudian disalurkan ke jaringan-jaringan tubuh, trigliserida juga merupakan lemak darah yang dibawa oleh serum lipoprotein. Trigliserida merupakan penyebab yang utama pada penyakit-penyakit

arteri dan biasanya dibandingkan dengan kolesterol dengan menggunakan lipoprotein elektroforesis. Apabila terjadi peningkatan kadar trigliserida maka terjadi peningkatan VLDL yang menyebabkan hiperlipoproteinemia (Graha, 2010).

Trigliserida merupakan lemak darah dibentuk oleh esterifikasi gliserol dan tiga asam lemak, yang dibawa oleh lipoprotein serum. Proses pencernaan trigliserida dari asam lemak dalam diet (eksogenus), dan diantarkan ke aliran darah sebagai kilomikron, yang memberikan tampilan seperti susu atau krim pada serum setelah mengkonsumsi makanan yang tinggi kandungan lemaknya. Hati juga bertanggungjawab atas pengolahan trigliserida, tetapi trigliserida tidak mengalami pengantaran seperti yang dilakukan kilomikron. Sebagian besar trigliserida disimpan sebagai lemak dalam jaringan adipose. Fungsi trigliserida adalah memberikan energi pada otot jantung dan otot rangka (Kee, 2007)

2. Fungsi Trigliserida

a. Sumber Energi

Minyak dan lemak merupakan sumber energi yang paling padat, yang menghasilkan 9 kilo kalori untuk tiap gram, yaitu 2,5 kali lebih besar energi yang dihasilkan oleh karbohidrat dan protein dalam jumlah yang sama

b. Sumber Asam Lemak Esensial

Lemak merupakan sumber asam lemak esensial asam linoleat dan linolenat

c. Alat Angkut Vitamin Larut Lemak

Lemak mengandung vitamin larut lemak tertentu. Lemak susu dan lemak ikan laut tertentu mengandung vitamin A dan D dalam jumlah berarti. Transportasi dan吸收silemak dibantu oleh vitamin yang larut lemak yaitu A, D, E, dan K

d. Menghemat Protein

Lemak dapat menghemat penggunaan protein untuk sintesis protein, sehingga protein tidak digunakan sebagai sumber energi.

e. Sebagai Pelumas

Lemak merupakan pelumas dan membantu pengeluaran sisa pencernaan

f. Memelihara Suhu Tubuh

Lapisan lemak yang berada di bawah kulit mengisolasi tubuh dan mencegah kehilangan panas tubuh secara cepat, dengan demikian lemak berfungsi juga dalam memelihara suhu tubuh.

g. Pelindung Organ Tubuh

Lapisan lemak yang menyelubungi organ-organ tubuh seperti jantung, hati, dan ginjal membantu mempertahankan organ-organ tersebut tetap di tempat dan melindungi terhadap benturan dan bahaya lain (Rorod, 2011)

3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Trigliserida

a. Usia

Semakin tua seseorang maka terjadi penurunan berbagai fungsi organ tubuh sehingga keseimbangan kadar trigliserida darah sulit tercapai akibatnya kadar trigliserida cenderung lebih mudah meningkat (Guyton, 2007)

b. Penyakit Hati

Hati merupakan tempat sintesis trigliserida sehingga penyakit hati dapat menurunkan kadar trigliserida (Ganong, 2008)

c. Gaya Hidup

Aktifitas olahraga yang kurang, kurang minum air yang mengandung mineral, nikotin asap rokok, alkohol, serta makan yang kurang teratur mengakibatkan meningkatnya kadar asam lemak bebas menjadi lebih tinggi (Murray, 2009)

d. Kadar Hormon Dalam darah

Hormon tiroid menginduksi peningkatan asam lemak bebas dalam darah, namun menurunkan kadar trigliserida darah (Guyton, 2007).

e. Diet tinggi lemak

Lemak yang diserap makanan akan disintesis oleh hati dan jaringan adipose yang nantinya harus diangkut ke berbagai jaringan dan organ untuk digunakan dan disimpan. Lemak merupakan komponen dalam lipid terutama dalam bentuk *triasilglicerol*. Lipid memiliki sifat umum yang tidak larut dalam air, sehingga pengangkutan lipid dalam darah

melalui lipoprotein yang merupakan kombinasi antara lipid dan protein. Lipoprotein merantai siklus ini dengan mengangkut lipid dari usus sebagai kilomikron yang berasal dari penyerapan *triasilgliserol* dan dari hati sebagai VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) (Murray, 2009)

f. Diet tinggi karbohidrat

Glukosa dengan bantuan insulin akan memasuki sel adipose dan sel hepar. Kekurangan glukosa dalam sel adipose sangat mengurangi ketersediaan α -gliseroftosfat. Apabila jumlah karbohidrat yang dikonsumsi berlebihan maka α -gliseroftosfat akan berikatan dengan FFA (*Free Fatty Acid*) dan menghasilkan trigliserida (Guyton, 2007).

4. Metode Pemeriksaan Trigliserida

a. Reaksi *Enzymatic colorimetri* (Metode GPO-PAP)

Prinsip dari metode ini yaitu trigliserida akan diurai menjadi gliserol oleh enzim *liprotein lipase* kemudian gliserol hasil penguraian tadi oleh enzim *gliseroftosfoksidase* (GPO) akan diubah menjadi H_2O_2 . Warna merah yang terbentuk adalah hasil reaksi dari H_2O_2 dan phenol ditambah aminophenazon dengan bantuan enzim peroksidase (POD). Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan kadar trigliserida, semakin pekat warna, maka kadar trigliserida semakin tinggi. Kekurangan dari metode ini yaitu masa inkubasi lebih lama, sekitar 3-5 menit.

b. Reaksi Kinetik Ultra Violet

Reaksi ini didasarkan pada kecepatan reaksi yang diukur pada panjang gelombang UV dan biasanya menggunakan photometer dengan panjang gelombang $<400\text{nm}$. Kelebihan menggunakan metode ini adalah masa inkubasi pendek yaitu 1 menit.

D. Darah

Darah adalah suatu cairan tubuh yang kental dan berwarna merah. Kedua sifat utama ini, yaitu warnamerah dan kental, membedakan darah dari cairan tubuh yang lain. Kekentalan ini disebabkan oleh banyaknya senyawa dengan berbagai macam berat molekul, dari yang kecil sampai yang besar seperti protein, yang terlarut di dalam darah. Warna merah yang memberi ciri yang sangat khas bagi darah, disebabkan oleh adanya senyawa yang berwarna merah dalam sel-sel darah merah (SDM) yang tersuspensi dalam darah. Dengan adanya senyawa dengan berbagai macam ukuran molekul yang terlarut tersebut, ditambah dengan suspense sel, baik SDM maupun sel-sel darah yang lain, darah pun menjadi cairan dengan massa jenis dan kekentalan (viskositas) yang lebih besar daripada air (Sadikin, 2002).

Derajat keasaman atau pH darah, berbeda dengan air, tidaklah netral. Derajad keasaman atau pH darah sedikit lebih tinggi daripada 7, tepatnya 7,40 dan tidak mudah berubah. Hal ini pertama disebabkan oleh adanya berbagai senyawa terlarut tersebut, yang sebagian diantaranya bersifat diperlukan atau buffer dengan pH yang memang lebih besar dari 7. Kedua, di dalam darah terkandung

aneka macam senyawa dan metabolit (hasil metabolisme) yang dalam keadaan sehat secara keseluruhan menghasilkan pH sebesar 7 lebih sedikit. Hasil kerja kedua kelompok senyawa tersebut ialah pH darah sebesar 7,35 dan tidak mudah diubah oleh perubahan komposisi senyawa yang ada ataupun adanya tambahan senyawa lain yang biasanya tidak ada (Sadikin, 2002).

Salah satu jenis bahan pemeriksaan di laboratorium adalah darah. Darah yang dimaksud di sini bisa berupa darah keseluruhan (whole blood), serum ataupun plasma. Darah terdiri sekitar 45% komponen sel dan 55% plasma. Komponen sel tersebut adalah sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit). Sel darah merah berjumlah 99% dari total komponen darah, sisanya 1% sel darah pulih dan platelet. Plasma terdiri atas 90% air dan 10% sisanya dari protein plasma, elektrolit, gas terlarut, berbagai produk sampah metabolisme, nutrien, vitamin, dan kolesterol. Protein plasma terdiri dari albumin, globulin, dan fibrinogen. Albumin merupakan protein plasma terbanyak dan membantu mempertahankan tekanan osmotik plasma dan volume darah. Globulin mengikat hormon yang tidak larut dan sisa plasma lainnya agar dapat larut. Proses ini memungkinkan zat-zat penting terangkut di dalam darah dari tempat asalnya dibawa ke tempat zat-zat tersebut bekerja. Sebagai contoh, zat-zat yang dibawa berikatan dengan protein plasma termasuk hormon tiroid, besi, fosfolipid, bilirubin, hormon steroid, dan kolesterol. Protein globulin lainnya, immunoglobulin adalah antibodi yang ada di dalam darah untuk melawan

infeksi. Fibrinogen merupakan komponen penting dalam proses pembekuan darah (Corwin, 2009.)

1. Serum

Serum adalah bagian dari sel darah yang dibiarkan menggumpal dan disentrifugasi. Serum adalah plasma yang tidak memiliki faktor pembekuan di dalamnya, karena faktor pembekuan ini telah digunakan pada gumpalan darah yang terbentuk di dalam tabung. Tabung tanpa antikoagulan dapat digunakan untuk penampung sampel uji menggunakan serum. Tabung ini meliputi tabung dengan tutup merah yang mengandung gel triksotropik dan activator pembekuan (Lieske & Ziebig.2014).

Dalam pembuatan serum, sel-sel darah menggumpal dan berbaur dan terjebak dalam suatu anyaman yang luas dan kontraktif dari jaring serat-serat fibrin. Sel-sel ini dapat lagi dilihat secara terpisah melalui mikroskop. Sebaliknya dalam penyiapan plasma sel-sel darah dapat terendap dengan jelas di dasar tabung (Sadikin, 2002).

Serum diperoleh dengan cara sejumlah darah dimasukkan dalam wadah (tabung) tanpa antikoagulan, kemudian didiamkan beberapa menit, maka beberapa saat kemudian darah tersebut membeku dan mengalami retraksi akibat terperasnya cairan dari bekuan. Selanjutnya darah disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, maka terbentuk cairan yang berwarna kuning pada lapisan atas yang disebut serum (Sacher, 2004).

2. Plasma

Plasma merupakan bagian yang cair dari darah yang ditambahkan antikoagulan (anti pembekuan darah), antikoagulan dapat menjaga darah tetap cair di luar sistem vaskuler. Antikoagulan juga dapat mencegah sebagian besar koagulasi dengan membuang ion-ion kalsium atau mengkelasinya. Golongan dari antikoagulan kelasi yaitu sitrat, oksalat, dan EDTA. Sedangkan heparin berfungsi mencegah koagulasi dengan menghambat thrombin. Akan tetapi antikoagulan heparin tidak berpengaruh terhadap konsentrasi kalsium (Sacher, 2012).

Plasma diperoleh dengan cara sejumlah darah dimasukkan dalam wadah (tabung) yang mengandung antikoagulan, kemudian dihomogenkan dan selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit, maka akan diperoleh cairan jernih yang berwarna kuning muda yang ada di bagian atas yang dinamakan plasma. Plasma masih mengandung fibrinogen karena proses pembuatannya ditambah antikoagulan untuk mencegah pembekuan darah.

Plasma adalah bagian cair dari darah yang ada dalam tubuh manusia. Plasma dibentuk dari sekitar 90% air, dan sisanya dari zat-zat terlarut. Plasma dapat dianalisis untuk mengetahui kadar zat kimia yang berperan dalam proses pembekuan darah seperti fibrinogen dan protrombin. Karena plasma merupakan bagian cair dari darah yang mengandung faktor-faktor yang berperan pada pembekuan, spesimen yang

digunakan untuk uji plasma tidak boleh dibiarkan membeku (Lieseke & Ziebig, 2014).

Tidak seperti proses untuk mengambil sampel serum, sampel plasma harus dicampur baik. Setelah sentrifugasi sampel yang telah ditambahkan antikoagulan akan terpisah menjadi tiga lapisan. Lapisan ini akan mencakup lapisan yang mengandung sel-sel darah merah, diatasnya adalah lapisan sangat sedikit yang mengandung sel darah putih dan trombosit dan plasma cair terdapat diatas lapisan tabung (Lieseke & Ziebig, 2014).

Tabel 2. Perbedaan Serum dan Plasma

Perbedaan	Plasma	Serum
Antikoagulan	Perlu	Tidak Perlu
Fibrinogen	Masih ada	Tidak ada
Serat Fibrin	Tidak ada	Ada dalam gumpalan
Pemisahan Sel	Pemusingan	Penggumpalan spontan
Komposisi	Air, albumin, globulin, asam amino, hormon, enzim, limbah nitrogen, nutrisi, gas, dan fibrinogen	Air, albumin, globulin, asam amino, hormon, enzim, limbah nitrogen, nutrisi dan gas

Sumber: Sadikin. Biokimia Darah. 2014

3. Antikoagulan

a. Pengertian

Antikoagulan adalah zat yang digunakan untuk mencegah proses pembekuan darah dengan cara mengikat kalsium atau dengan menghambat pembekuan thrombin yang diperlukan untuk

mengkonversi fibrinogen menjadi fibrin dalam proses pembekuan (Riswanto, 2010)

Keuntungan penggunaan antikoagulan diantaranya: mudah, hemat waktu, murah dan juga hasil pemeriksaan lebih akurat dibandingkan dengan menggunakan metode lain misalnya defibrinasi. Hal yang perlu diperhatian adalah perbandingan volume darah dan antikoagulan harus tepat karena akan dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan.

b. Jenis-jenis antikoagulan

1) EDTA (*Ethylene diamine tetraacetic acid*)

Antikoagulan EDTA adalah zat aditif dalam tabung bagian penutup warna lavender (ungu). Meskipun EDTA semakin banyak digunakan untuk test bank darah, namun digunakan juga terutama untuk pengujian darah lengkap atau tes hematologi lainnya karena dapat mempertahankan morfologi sel dan menghambat agregasi trombosit dengan lebih baik daripada antikoagulan lainnya. Spesimen EDTA harus dicampur segera setelah pengumpulan untuk mencegah penggumpalan trombosit dan pembentukan bekuan mikro. Cara pencampuran dengan inversi (dibolak-balik) sebanyak 8-10 kali (Kiswari, 2014).

Ethylene diamine tetraacetic acid(EDTA) digunakan dalam bentuk Dipotasium (K2), Tripotasium (K3), dan Disodium (Na2). Antikoagulan ini lebih banyak digunakan pada pemeriksaan

hematologi. Konsentrasi yang digunakan adalah 1-2 mg/ml darah (Kemenkes, 2010)

2) Natrium Sitrat

Natrium sitrat atau trisodium sitrat dihidrat umumnya digunakan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 3,2% dan 3,8%. Antikoagulan Natrium citrat ini dapat mencegah koagulasi dengan cara mengendapkan ion kalsium, sehingga menjadi bentuk yang tidak aktif. Untuk pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) cara westergreen digunakan Natrium citrat (Nugraha, 2015).

3) Heparin

Antikoagulan ini bekerja dengan cara menghentikan pembentukan fibrin dari fibrinogen. Ada tiga macam heparin yaitu: ammonium heparin, lithium heparin dan sodium heparin. Dari ketiga macam heparin tersebut, lithium yang paling banyak digunakan sebagai antikoagulan Karena tidak mengganggu analisa beberapa kimia darah, enzim, kultur, OFT (*Osmotic fragility test*). Konsentrasi dalam penggunaan adalah 0,1-0,2 mg/ml darah. Heparin tidak dianjurkan untuk pemeriksaan apusan darah karena dapat menyebabkan latar belakang biru (Riswanto, 2013)

4) Oksalat

Oksalat mencegah koagulasi dengan mengendapkan kalsium, paling banyak digunakan dalam bentuk kalium

oksalat. Umumnya oksalat digunakan untuk menyediakan plasma dalam pengujian glukosa. Oksalat dengan spesimen harus dicampur segera setelah pengambilan untuk mencegah terjadinya bekuan dengan inversi sebanyak 8-10 kali. Kelebihan oksalat menyebabkan hemolisis dan pelepasan hemoglobin ke dalam plasma (Kiswari, 2014).

5) NaF (Natrium Fluorida)

Antikoagulan NaF merupakan antikoagulan khusus yang digunakan untuk sampel pemeriksaan glukosa darah yang berfungsi sebagai antiglukolisis dengan cara menghambat kerja enzim *phosphoenol pyruvate* dan *urease* sehingga kadar glukosa darah stabil. Antikoagulan ini biasanya tersedia dalam tabung yang diproduksi pabrikan (Nugraha, 2015)

6) *Asam Citrat Dekstrosa* (ACD)

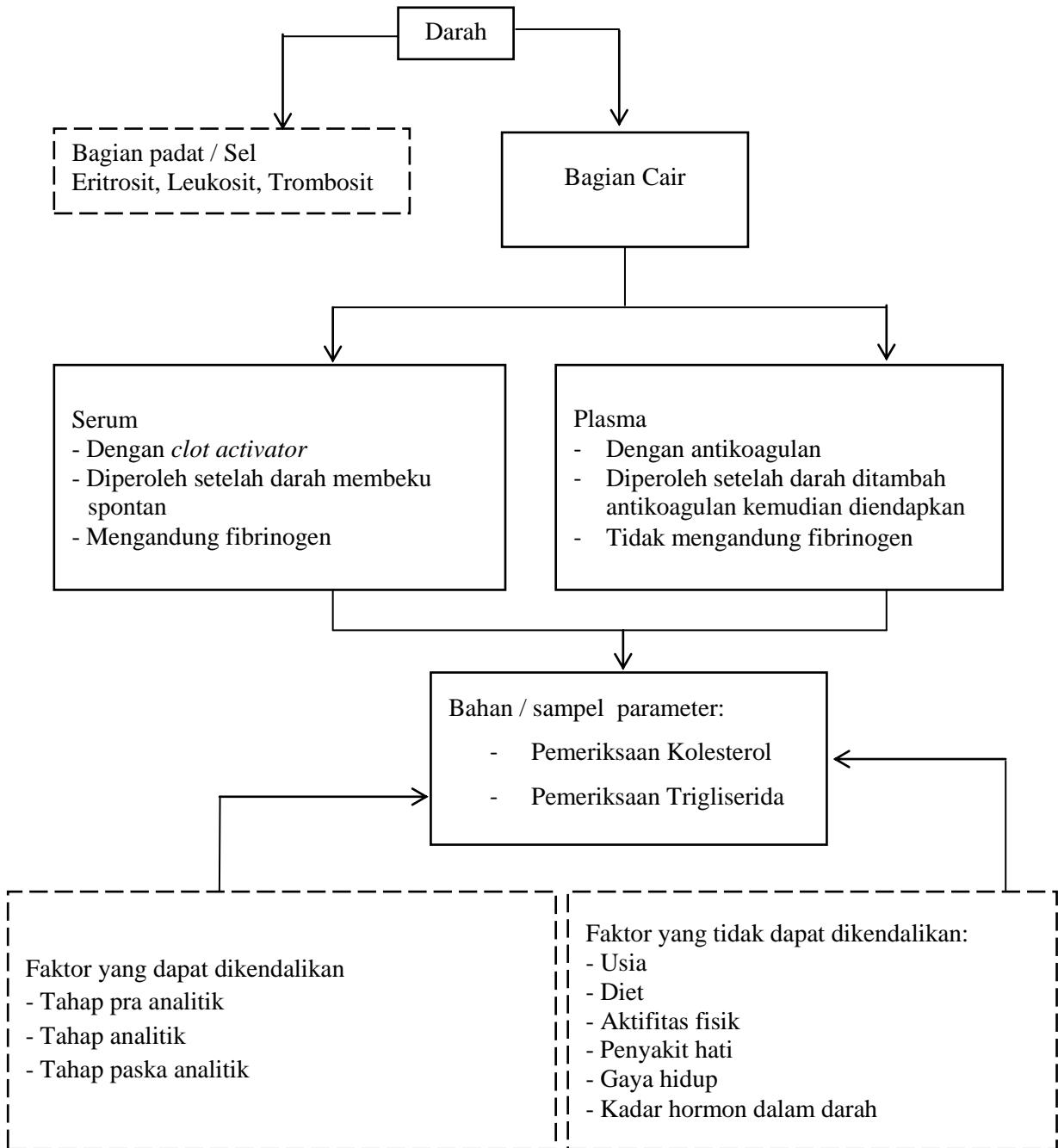
Asam sitrat mencegah koagulais dengan cara mengikat kalsium melalui sedikit efeknya pada trombosit. Larutan ACD tersediadalam dua formulasi (larutan A dan larutan B) untuk tes imunohematologi, seperti tes DNA dan fenotipe *human leucocyte antigen* (HLA) yang digunakan untuk menentukan kompatibilitas transplantasi. Dekstrosa bertindak sebagai pengawet eritrosit dan dengan energy mempertahankan kelangsungan hidup eritrosit. *Citrat phosphate dextrose* (CPD) digunakan pada unit darah untuk transfusi. Sitrat mencegah pembekuan dengan

caramengikat kalsium. Fosfat menstabilkan pH, dan dextrose menyediakan energi untuk membantu sel darah tetap hidup (Kiswari, 2014).

7) *Natrium Polianol Sulfonat (SPS)*

Antikoagulan SPS mencegah koagulais dengan mengikat kalsium. Antikoagulan ini digunakan untuk pemeriksaan kultur darah. Selain sebgaaai antikoagulan, SPS juga mengurangi aktifitas dari protein yang disebut komplemen, yang menghancurkan bakteri. SPS juga memperlambat fagositosis dan mengurangi aktifitas antibiotic tertentu (Kiswari, 2014)

E. Kerangka Pikir Penelitian



Keterangan:



Lingkup Penelitian
Bukan Lingkup Penelitian

F. Hipotesis

Tidak terdapat perbedaan antara hasil pemeriksaan Kolesterol dan Trigliserida antara sampel serum dan sampel plasma EDTA