

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Trigliserida

a. Definisi

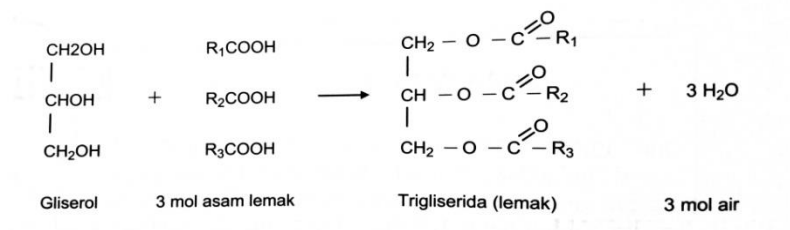
Trigliserida merupakan salah satu komponen penyusun lemak yang utama. Trigliserida dapat disimpan dalam tubuh sebagai cadangan makanan dalam jumlah yang besar di bawah jaringan kulit yang dinamakan jaringan adiposa. Diantara berbagai senyawa sumber energi, trigliserida mengandung energi paling banyak per gramnya yaitu 9kkl/g (Sinaga, 2012).

Trigliserida mempunyai sifat tidak dapat larut dalam air (nonpolar). Agar trigliserida dapat dialirkan ke seluruh tubuh melalui darah, trigliserida bergabung bersama protein membentuk senyawa kompleks lipoprotein. Protein berperan sebagai emulgator agar lemak dapat beredar ke seluruh tubuh melalui darah yang mempunyai komponen dasar air. Trigliserida banyak dijumpai pada VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) dan Kilomikron.

Senyawa trigliserida atau kadang disebut triasilgiserol merupakan ester asam lemak dengan gliserol, dimana ketiga atom H pada tiga gugus hidroksil gliserol yang digantikan oleh tiga residu asam lemak (Sinaga, 2012).

b. Struktur Kimia Triglicerida

Molekul trigliserida tersusun oleh gliserol dengan asam lemak. Rumus kimia trigliserida adalah $\text{CH}_2\text{COOR}-\text{CHCOOR}'-\text{CH}_2-\text{COOR}''$ dimana R, R' dan R'' masing-masing adalah sebuah rantai alkil yang panjang. Ketiga asam lemak RCOOH , $\text{R}'\text{COOH}$ dan $\text{R}''\text{COOH}$. Panjang rantai asam lemak pada trigliserida yang terdapat secara alami dapat bervariasi. Namun panjang paling umum adalah 16, 18, atau 20 (Mamuaja, 2017).



Gambar 1. Reaksi Kimia Triglicerida

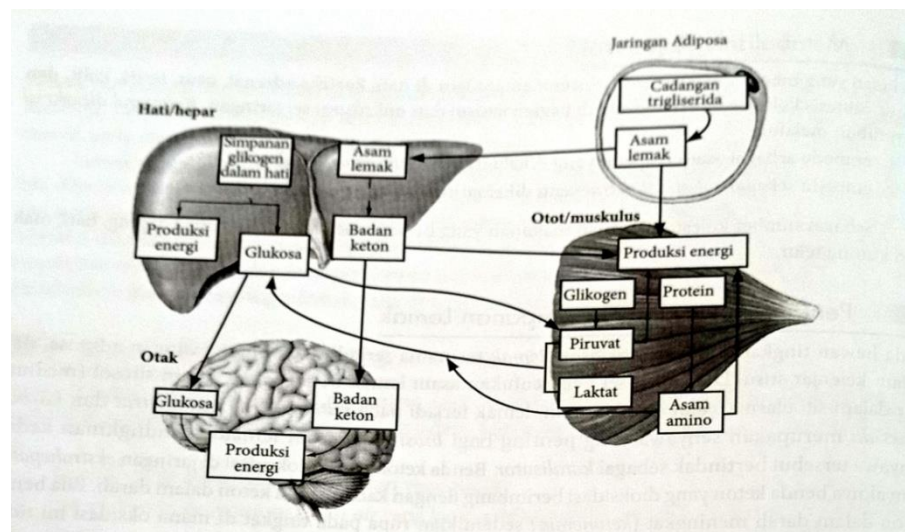
Sumber. Yazid dan Nursanti 2014

Kemungkinan-kemungkinan macam trigliserida yang dapat terbentuk pada reaksi di atas adalah:

- 1) 3-monogliserida, bila 1 molekul asam lemak berikatan dengan salah satu atom C gliserol
- 2) 1,2-digliserida, bila 2 molekul asam lemak berikatan dengan kedua atom C gliserol
- 3) Trigliserida, bila 3 molekul asam lemak berikatan dengan ketiga atom C gliserol (Hawab, 2003)

c. Metabolisme Triglicerida

Lemak merupakan sumber energi terbesar dalam tubuh selain protein dan karbohidrat. Untuk memperoleh energi, sel-sel tubuh akan mengoksidasi asam lemak menghasilkan asetil KoA, yang dapat dioksidasi sempurna di dalam siklus krebs untuk mendapatkan energi (Sinaga, 2012).



Gambar 2. Metabolisme Lipid

Sumber: Syaifuddin 2016

Biosintesis lipid berlangsung di sel hati serta sel adiposit. Trigliserida disintesis dari asam lemak dan gliserol di sitosol. Asam lemak untuk biosintesis trigliserida dapat berasal dari makanan (eksogen) atau merupakan sintesis di dalam tubuh (endogen) (Sinaga, 2012).

d. Trigliserida Dalam Darah

Senyawa lemak termasuk ke dalam golongan senyawa organik dengan ukuran molekul nisbi kecil yang terlarut dalam serum atau plasma. Lemak ini terdiri atas trigliserida, kolesterol

dan fosfolipid. Namun lemak dalam peredarannya di dalam darah harus bergabung bersama protein dan membentuk lipoprotein. Lemak yang ada di dalam darah dapat berasal dari makanan yang kita makan (eksogen). Lemak dari makanan akan berikatan dengan kilomikron (Sadikin, 2001).

Lipoprotein merupakan partikel sferis (berbentuk bola) yang rumit tersusun dari ratusan molekul lipid dan protein. Permukaan lipoprotein diisi dengan salah satu jenis protein yang disebut apolipoprotein (Wahjuni, 2015).

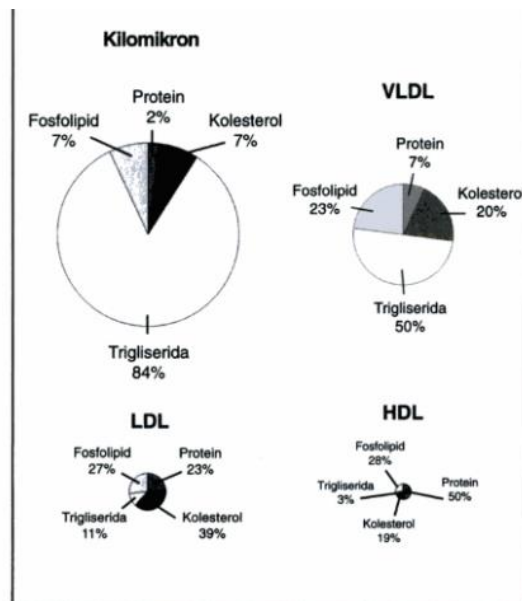
Lipoprotein dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan densitasnya. Perbandingan ukuran dan komposisi jenis trigliserida dapat dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 1. Perbandingan Ukuran dan Komposisi Jenis-jenis Lipoprotein

| | Kilomikron | VLDL | LDL | HDL |
|----------------------------|-------------------|-------------|------------|------------|
| Perbandingan Ukuran | >3x | 1-2x | 1x | 1/2x |
| Komposisi (% Berat) | | | | |
| Protein | 2 | 7 | 23 | 50 |
| Kolesterol | 7 | 20 | 39 | 19 |
| Trigliserida | 84 | 50 | 11 | 3 |
| Fosfolipid | 7 | 23 | 27 | 28 |
| Berat total % | 100 | 100 | 100 | 100 |

Sumber: Tapan 2005

Jika digambarkan dengan diagram lingkaran, komposisi lipoprotein ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Komposisi Lipoprotein

Sumber: Tapan 2005

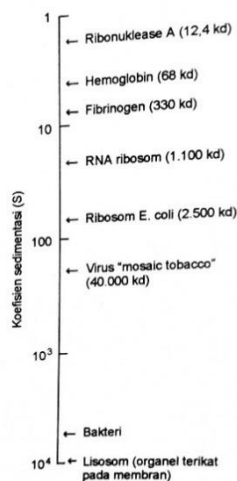
Trigliserida sebagian besar tersimpan pada kilomikron dan VLDL. Kilomikron diangkut dari usus halus yang kemudian disintesis ke hati untuk diubah menjadi energi atau ATP-ATP. Sedangkan LDL dan HDL mengandung sedikit trigliserida, namun jumlah kolesterol pada LDL cukup tinggi sehingga sering disebut sebagai kolesterol jahat. Peningkatan kadar LDL yang tinggi ini dapat menyebabkan penyakit arteosklerosis pada aliran darah.

Menurut D.N Baron dalam buku Kapita Selekta tahun 2013, Ultrasentrifugasi membagi lipoprotein berdasarkan densitasnya sebagai berikut:

- 1) *High Density Lipoprotein* (HDL) dari berat molekul sekitar 200.000 dan berat jenis (denistas relatif) > 1,063

- 2) *Low Density Lipoprotein* (LDL) dari berat molekul sekitar 2.000.000 dan berat jenis 1,006-1,063
- 3) *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL) dari berat molekul sekitar 6.000.000 dan berat jenis $< 1,006$

Dari penetapan sedimentasi penentuan berat molekul menggunakan ultrasentrifugasi, diketahui koefisien sedimentasi yang merupakan perbandingan kecepatan dengan medan sentrifugal. Koefisien sedimentasi dinyatakan dalam unit *svedberg* (S_f) (Stryer, 2000). Dari hitungan koefisien sedimentasi ini diketahui bahwa LDL memiliki S_f 0-20, VLDL memiliki S_f 20-400, dan Kilomikron memiliki $S_f > 400$ (S_{20} berarti mempunyai densitas relatif yang sama seperti plasma bebas protein). Perbandingan nilai S dapat dilihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 4. Nilai S Biomolekul dan Sel

Sumber: Stryer, 2000

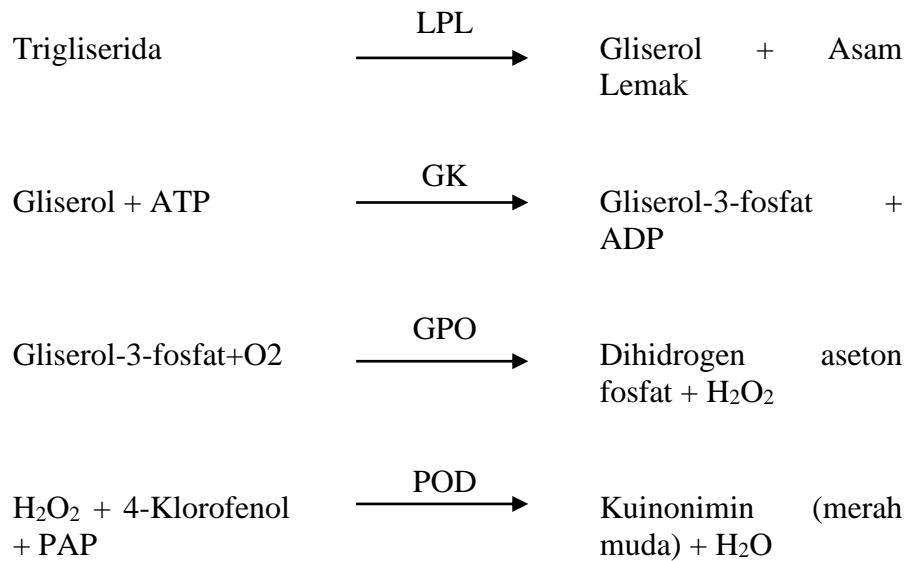
Berdasarkan gambar diatas, VLDL yang mengandung trigliserida paling tinggi memiliki S_f 20-400 berada di posisi atas hingga pertengahan setara dengan RNA ribosom, Ribosom *E. Coli* hingga virus mosaic tobacco. Posisi ini tentu masih melayang di atas pada plasma.

e. Pemeriksaan dan Nilai Rujukan Trigliserida

Menentukan kadar trigliserida menurut Permenkes menggunakan serum darah sebagai sampel. Serum darah ini diperoleh dari sampel darah vena yang telah disentrifugasi. Dalam melakukan pemeriksaan trigliserida, sebaiknya pasien berpuasa terlebih dahulu selama 10 - 12 jam (Permenkes, 2013). Pemeriksaan trigliserida sering dibandingkan dengan kadar kolesterol untuk memantau jenis kelainan genetik dan jenis metabolisme lipid (Nugraha dan Badrawi, 2018). Pemeriksaan trigliserida juga merupakan salah satu penegakkan diagnosa penyakit jantung dan artherosklerosis.

Pemeriksaan kadar trigliserida di laboratorium klinis menggunakan metode GPO-PAP (*glycerol phosphate oxidase-para aminophenazone*) yaitu dilakukan secara enzimatik dan diukur pada akhir reaksi. Enzim yang digunakan dalam pemeriksaan trigliserida adalah enzim gliserofosfat oksidase (*glycerol phosphate oxidase*, GPO) yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 546 nm (Diasys, 2015).

Prinsip dari pemeriksaan ini, Triglicerida ketika bertemu dengan enzim lipoprotein lipase (LPL) akan diubah menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Gliserol direaksikan dengan ATP dengan bantuan enzim gliserol kinase (GK) membentuk gliserol-3-fosfat dan ADP. Gliserol-3-fosfat dioksidasi dengan bantuan enzim gliserol fosfat oksidase (GPO) menjadi hidrogen aseton fosfat dan hidrogen peroksida (H_2O_2). H_2O_2 akan mengoksidasi klorofenol dan 4-aminofenazon (PAP) dengan bantuan enzim peroksidase (POD) membentuk kuinonimin yang berwarna merah muda.



f. Nilai Rujukan Triglicerida

Tabel 2. Nilai Rujukan Kadar Triglicerida

| Usia (tahun) | mg/dL | Mmol/L |
|----------------|----------|-------------|
| Bayi | 5 – 40 | 0,06 – 0,45 |
| 5 – 11 | 10 – 135 | 0,11 – 1,53 |
| 12 – 29 | 10 – 140 | 0,11 – 1,58 |
| 30 – 39 | 20 – 150 | 0,23 – 1,70 |
| 40 – 49 | 30 – 160 | 0,34 – 1,81 |
| > 50 | 40 – 190 | 0,45 – 2,15 |

Sumber: Nugraha & Badrawi, 2018

g. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Triglicerida

1) Usia

Pertambahan usia menjadi faktor lemak dalam tubuh meningkat. Pada usia 20 – 30 tahun adalah usia dimana tubuh mengalami penurunan masa bebas lemak serta peningkatan pada masa lemak (Yusuf, dkk, 2021).

2) Jenis Kelamin

Menurut Wasak tahun 2020, bahwa adanya perbedaan pada *Lean Body Mass* (LBM) pada usia dewasa muda antara wanita dengan pria. Menurut Wijayakusuma tahun 2008, wanita yang sudah mengalami menopause cenderung mengalami peningkatan pada kadar LDL dan triglicerida.

3) Obat-obatan

Obat hormon atau obat kontrasepsi seperti esterogen dapat meningkatkan kadar triglicerida dalam tubuh (Sutedjo, 2008). Sedangkan obat-obatan seperti asam askorbat, klofibrat

(astromid-S), fenformin, dan metformin dapat menurunkan kadar trigliserida (Nugraha & Badrawi, 2018).

4) Diet Karbohidrat Tinggi

Konsumsi karbohidrat yang berlebihan akan dikonversikan menjadi lemak. Sehingga senyawa yang masuk ke sirkulasi adalah lemak jenuh yang dapat menyebabkan kelainan metabolisme hingga diabetes melitus dan penyakit jantung. Diet karbohidrat yang teratur sesuai kebutuhan harian akan mengurangi konversi karbohidrat menjadi lemak sehingga lemak yang ada dalam tubuh tidak bertambah (Rejeki & Prasetya, 2021).

5) Konsumsi Alkohol

Konsumsi Alkohol berlebihan dapat menyebabkan obesitas, serta peningkatan trigliserida. Mengonsumsi alkohol jenis anggur merah dalam jumlah sedikit sampai sedang akan meningkatkan HDL (Wihastuti dkk, 2016)

6) Hiperlipidemia

Kadar lipid yang tinggi seperti diantaranya kolesterol, trigliserida dan lipoprotein dalam darah biasa disebut dengan hiperlipidemia.

2. Serum Darah

Serum adalah bagian cair dari darah yang tidak diberi antikoagulan (Riswanto, 2013). Darah dalam tabung didiamkan selama 30 menit

sampai 1 jam, maka darah akan membeku dan membentuk gumpalan dan terlihat adanya pemisahan antara cairan yang berwarna kuning seperti minyak dan bekuan darah berupa massa solid berwarna merah. Lebih sempurna pemisahan serum dilakukan menggunakan alat sentrifugasi sehingga didapatkan serum yang lebih banyak dan mudah ketika mengambilnya untuk pemeriksaan. Serum tidak memiliki partikel fibrinogen seperti layaknya plasma, namun serum memiliki berbagai protein lainnya. Disaat proses pembekuan, fibrinogen akan dikonversikan menjadi fibrin yang tidak larut dan membentuk bekuan darah bersama sel darah merah (Sadikin, 2001).

Pemeriksaan laboratorium klinik lebih sering menggunakan serum daripada plasma. Pemeriksaan trigliserida lebih baik menggunakan serum daripada plasma dalam penentuan kadarnya. Berikut merupakan perbedaan antara plasma dengan serum.

Tabel 3. Perbedaan Plasma dengan Serum

| Ciri | Plasma | Serum |
|---|----------------------------|-------------------------|
| Warna | Agak Kuning dan Jernih | Agak Kuning dan Jernih |
| Kekentalan | >kental dari air | >kental dari air |
| Antikoagulan | Perlu | Tidak perlu |
| Fibrinogen | Masih ada | Tidak ada lagi |
| Serat fibrin | Tidak ada | Ada dalam gumpalan |
| Pemisahan sel | Pemusingan | Penggumpalan spontan |
| Sel terkumpul dalam Suspensi kembali sel | Endapan (sedimen) Dapat | Gumpalan Tidak dapat |

Sumber: Sadikin, 2001

3. Sentrifus

a. Definisi

Sentrifus adalah alat yang digunakan untuk memisahkan partikel padat dari cairan dengan menggunakan prinsip gravitasi. Satuan kecepatan yang digunakan dalam sentrifus disebut *Revolution per minute* (rpm) (Riswanto, 2013). Proses ini disebut sentrifugasi dimana densitas partikel harus lebih besar dari densitas cairan agar partikel padat terpisah dari zat cair. Sentrifugasi juga dapat memisahkan partikel cair-cair dengan densitas yang berbeda (Istianah dkk, 2018). Partikel cair atau padat dengan densitas yang lebih tinggi akan cenderung tertarik menjauhi sentrifus serta terpisah dan berada di bawah. Sedangkan partikel cair atau padat dengan densitas yang lebih rendah akan berada di atas.

Kecepatan sentrifugasi yang tinggi dapat mengakibatkan se-sel pada darah mengalami plasmolisis sehingga cairan intraseluler keluar dan viskositas pada serum menjadi rendah (Sebayang, 2020). Hal tersebut terjadi karena adanya peningkatan tekanan secara mekanis terhadap sel-sel yang ada di darah (Møller dkk, 2017). Menurut Kiss dkk tahun 2016, stabilitas membran sel untuk eritrosit manusia yang disentrifugasi pada tingkat kecepatan yang lebih tinggi menunjukkan penurunan deformabilitas yang lebih rendah. Berat molekul dapat ditentukan dengan

keseimbangan sedimentasi yaitu melakukan sentrifugasi sampel pada kecepatan relatif rendah sehingga sedimentasi diimbangi dengan difusi, teknik keseimbangan sedimentasi untuk menetapkan massa sangat ketat dan dapat dilaksanakan tanpa menyebabkan denaturasi sehingga struktur multimerik asli terjaga (Stryer, 2000).

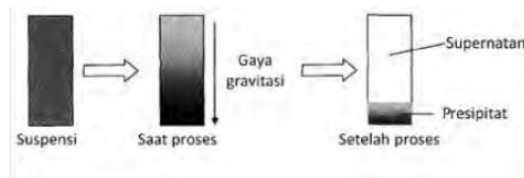
Trigliserida merupakan komponen yang berada dalam lipoprotein. Trigliserida dapat diperiksa dengan menggunakan serum darah sebagai sampel. Serum dihasilkan melalui proses sentrifugasi. Pembuatan serum menurut Permenkes Nomor 43 tahun 2013, adalah melalui sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5-10 menit. Dengan kecepatan sekian, komponen lipoprotein belum terpisah antara protein dengan lemaknya. Untuk mengetahui komponen lemak satu persatu harus melalui proses elektroforesis atau ultrasentrifugasi dimana penelitian menggunakan alat ini memerlukan dana yang cukup besar.

Menurut Nugraha tahun 2015, mengatakan bahwa lipoprotein akan rusak jika serum darah disentrifugasi terlalu lama dan terlalu cepat. Ini berhubungan dengan uji pemisahan lipoprotein atau analisis lipid menggunakan ultrasentrifugasi sehingga terpisahnya lipid dengan proteinnya.

b. Prinsip sentrifugasi

Pemisahan partikel padat dan cair dilakukan dengan adanya gaya gravitasi ataupun gaya sentrifugal (gaya putar). Sentrifugasi

hanya dapat memisahkan dua campuran yang bersifat heterogen karena campuran homogen (larutan) tidak bisa dipisahkan secara mekanis dengan proses ini (Istianah, 2018).



Gambar 5. Prinsip Sentrifugasi

Sumber: Istianah dkk, 2018

Zat dengan berat molekul yang lebih besar atau padat akan mengendap di bawah, sementara zat yang ringan akan cenderung berada di atas (melayang).

c. Jenis-jenis sentrifugasi

Sentrifugasi memiliki banyak jenis dalam penggunaannya dan memiliki beragam fungsi. Berikut adalah jenis-jenis sentrifugasi:

1) *Diferensial Centrifugation*

Sentrifugasi ini digunakan untuk memisahkan organel pada suatu sel untuk analisa lebih lanjut pada bagian tertentu dari sel.

2) Sentrifugasi Isopiknik

Sentrifugasi ini sering digunakan untuk mengisolasi asam nukleat yaitu DNA dan RNA.

3) Sentrifugasi Gradien Densitas

Teknik sentrifugasi ini bertujuan untuk memisahkan partikel-partikel berdasarkan densitasnya. Cairan yang densitasnya besar akan berada di bawah dan densitas partikel yang lebih kecil berada di atas. Teknik ini dilakukan dengan cara menempatkan larutan tertentu di atas larutan yang lain.

Macam-macam alat sentrifugasi :

1) Mikrosentrifus

Sentrifus ini memiliki tabung kecil berukuran 0,2 ml sampai 2,0 dan diisi dengan tabung mikro untuk pemeriksaan Hb. Memiliki desain yang kompak serta tapak kecil. Sentrifus ini dapat berputar sampai dengan kecepatan 30.000 g.

2) Sentrifus Klinis

Sentrifus ini sering dijumpai pada laboratorium klinis untuk pemeriksaan diagnostik serta mempunyai kecepatan yang rendah dengan maksimum kecepatan 4000 hingga 5000 rpm.

3) Sentrifus bangku serbaguna

Sentrifus ini berukuran sedang dan diletakkan di atas meja. Beratnya sekitar 10kg serta memiliki kecepatan 0 hingga 16.000 rpm. Sentrifus ini memiliki pijakan yang besar pada kaki-kakinya.

4) Sentrifus lantai (*floor model*)

Sentrifus ini berukuran berat dan tidak diletakkan di atas meja atau berdiri sendiri di atas lantai. Contoh dari sentrifus ini

adalah ultrasentrifugasi yang berkecepatan tinggi dengan adanya pendingin di dalamnya (Mardiana dan Rahayu, 2017).

d. Kalibrasi sentrifus

Kalibrasi merupakan kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen pengukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu (Hadi, 2018). Menurut Permenkes tahun 2013, dikatakan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium adalah alat laboratorium. Sehingga alat-alat yang ada di laboratorium harus di kalibrasi secara berkala.

Sentrifus memerlukan kalibrasi dalam penggunaannya dalam laboratorium klinis. Setidaknya sentrifus dikalibrasi sekali dalam setahun. *Refrigerated Centrifuge* harus dilakukan kalibrasi rpm dan waktu. Selain itu dilakukan kalibrasi suhu.

1) Kalibrasi rpm

Kalibrasi rpm dapat menggunakan beberapa teknik sebagai berikut:

a) Tachmometer mekanik yaitu dengan kabel yang lentur

Cara:

- (1) Ujung kabel yang satu dikaitkan pada kumparan motor di dalam, sedangkan ujung yang lain dihubungkan dengan alat meter
 - (2) Set sentrifus pada rpm tertentu, kemudian jalankan
 - (3) Catat rpm yang ditunjukkan oleh meter pada Tachmoeter
 - (4) Ulangi beberapa kali, kemudian hitung rata-ratanya
- b) Tachometer elektrik

Cara :

- (1) Letakkan bagian magnet di sekeliling kumparan, sehingga menimbulkan aliran listrik bila alat dijalankan.
- (2) Set sentrifus pada rpm tertentu
- (3) Aliran listrik yang timbul akan menggerakkan bagian meter
- (4) Catat rpm yang ditunjukkan oleh meter pada tachometer
- (5) Strobe light

Alat ini digunakan jika tachometer tidak dapat menjangkau motor. Pemeriksaan dilakukan beberapa kali dan menghitung nilai rata-ratanya. Kecepatan putar/rpm masih dapat diterima bila penyimpangan nilai rata-rata tidak lebih dari 5%

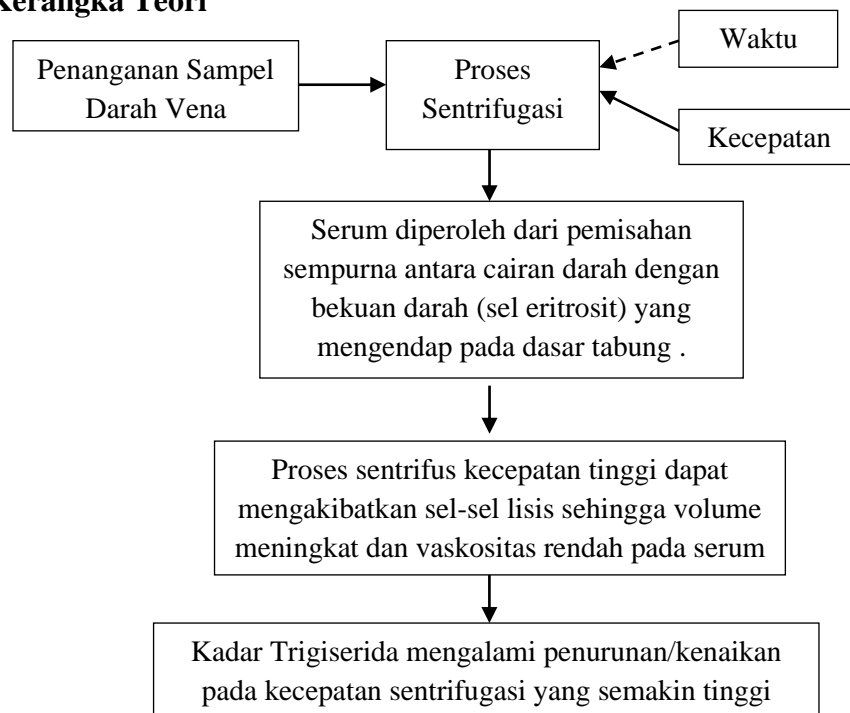
2) Kalibrasi waktu

Kalibrasi waktu dilakukan menggunakan alat stopwatch. Cara kalibrasinya adalah sebagai berikut :

- (1) Set Sentrifus pada waktu yang sering dipakai, dengan contoh menggunakan waktu 5 menit
- (2) Jalankan alat dan bersamaan dengan itu jalankan stopwatch
- (3) Pada waktu sentrifus berhenti, matikan stopwatch kemudian catat waktu yang ditunjukkan pada stopwatch
- (4) Ulangi beberapa kali lalu hitung nilai rata-rata.

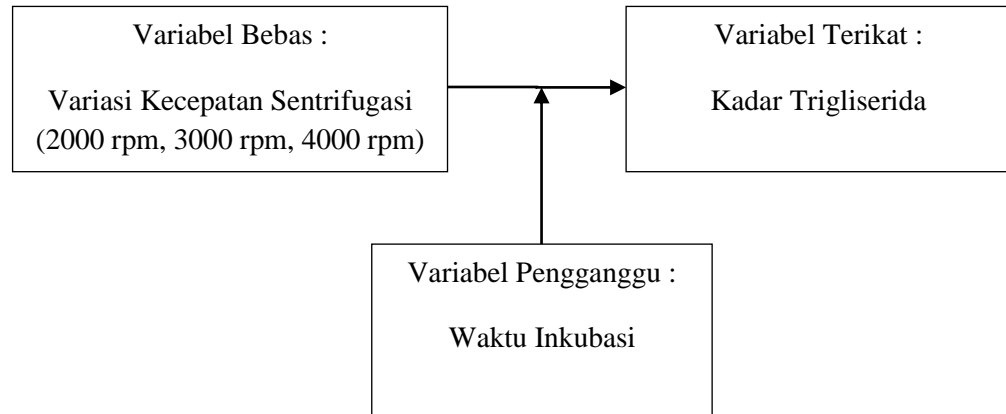
Alat pencatat waktu pada sentrifus masih dapat diterima apabila penyimpangan nilai rata-rata tidak lebih dari 10%.

B. Kerangka Teori



Gambar 6. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



Gambar 7. Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Ada pengaruh kecepatan sentrifugasi terhadap hasil pemeriksaan kadar trigliserida. Dengan kecepatan sentrifugasi yang semakin tinggi kadar trigliserida mengalami kenaikan atau penurunan.