

BAB II

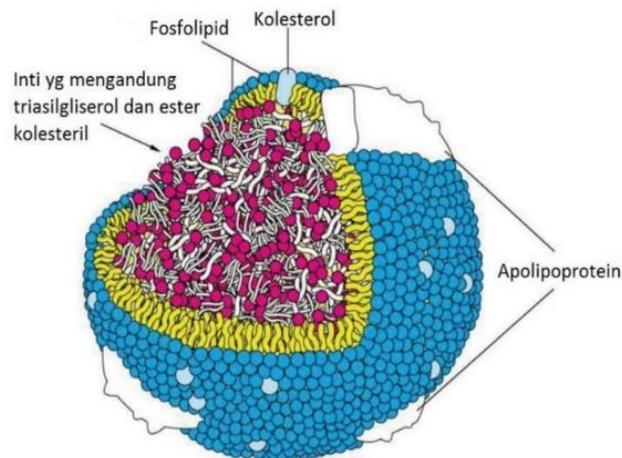
TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Lipoprotein

1. Definisi Lipoprotein

Lipoprotein berfungsi untuk membawa lipid hidrofobik-termasuk kolesterol, fosfolipid, dan trigliserida-yang diproduksi di dalam hati dan usus kecil. Entitas kompleks yang terbuat dari banyak molekul lipid dan protein yang disebut lipoprotein (Purba et al., 2021).

Berikut gambar penjelasan mengenai struktur lipoprotein.



Gambar 1. Struktur Lipoprotein
(Sumber: Hastuti dkk, 2021).

2. Klasifikasi Lipoprotein

Lipoprotein memiliki diameter dan kandungan lipid yang berbeda. Dengan demikian, kepadatannya memungkinkan mereka untuk dibedakan secara khusus:

1. *Hight Density Lipoprotein (HDL)*

Hight Density Lipoprotein (HDL) Merupakan lipoprotein dengan ukuran terkecil dibandingkan lipoprotein lainnya. Komposisi HDL adalah 6% trigliserida, 40% kolesterol ester, 46% fosfolipid dan 7% kolesterol bebas. Partikel HDL disekresikan oleh usus dan hati, yang fungsinya membuang kelebihan kolesterol dari sel perifer ke hati melalui transpor balik kolesterol untuk disekresi. Oleh karena itu, HDL bersifat antiaterogenik (Nugraha, 2015).

2. *Low Density Lipoprotein (LDL)*

Terbuat dari protein dan lemak, low-density lipoprotein (LDL) dibawa ke seluruh sirkulasi untuk membuat lipid. 40 – 50% lipoprotein membantu memindahkan kolesterol dari sel endotel perifer dan arteri. Karena potensi LDL untuk menempel di arteri darah, LDL sering disebut sebagai "kolesterol jahat" (Nirmala et al., 2018).

3. *Intermediate Density Lipoprotein (IDL)*

Intermediate Density Lipoprotein (IDL) memiliki persentase komponen yang sama persis. IDL sebagian besar membantu memecah Very Low Density Lipoprotein (VLDL) menjadi IDL dan memindahkan kolesterol dan trigliserida ke hati. Terdiri dari kolesterol, protein, trigliserida, dan fosfolipid.

4. *Very Low Density Lipoprotein (VLDL)*

Dari Very Low Density Lipoprotein (VLDL) mengandung trigliserida sebesar 50% hingga 80%; kolesterol sebesar 5% hingga 15%. Trigliserol diproduksi dengan kolesterol dari depot simpanan kolesterol, fosfolipid dan apoB-100 di dalam hati menjadi VLDL yang kemudian di sekresikan ke dalam darah.

5. Kilomikron

Sel-sel epitel usus halus mengirimkan kilomikron ke dalam getah bening. Dengan sedikit protein, kolesterol, dan fosfolipid, sebagian besar terbuat dari trigliserida. Lipid ini membantu memindahkan trigliserida dari

sumber makanan dari usus kecil ke jaringan perifer dan kolesterol ke dalam hati sebagai sisa kilomikron (Purba dkk, 2021).

B. Tinjauan Umum *Low Density Lipoprotein* (LDL)

1. Definisi *Low Density Lipoprotein* (LDL)

Kolesterol LDL (*Low Density Lipoprotein*) yang terlalu rendah dapat berdampak buruk bagi kesehatan. LDL memiliki karakteristik aterogenik yang menyebabkan mudahnya LDL menempel pada dinding pembuluh darah dan mengurangi sintesis reseptor LDL (Elsa, 2018). Peran LDL dalam pembentukan lemak di pembuluh darah membuatnya sering disebut sebagai "kolesterol jahat". Sementara kolesterol membentuk 40-50% komposisi lipoprotein dalam LDL, trigliserida membentuk 5-10% (Astawan, 2020). Fosfolipid menghasilkan 20-25% dan Untuk menjamin operasi yang tepat, LDL, sebuah lipoprotein, memindahkan kolesterol dari hati ke sel-sel tubuh yang membutuhkannya, seperti sel-sel otot jantung di otak (Ardian & Probandari, 2018).

2. Metabolisme *Low Density Lipoprotein* (LDL)

Low Density Lipoprotein (LDL) dimetabolisme melalui reseptor ini mengenali Apo-E dan Apo-B sebagai ligan, sehingga eliminasi tidak terjadi hanya pada kolesterol LDL. Pada proses metabolisme ini Apo-B didegenerasi sedangkan kolestrol ester akan di hidrolisis menjadi kolestrol bebas di dalam darah. Penumpukan plak kolesterol pada arteri atau disebut juga aterosklerosis didahului oleh adanya akumulasi lipoprotein yang mengandung sebagian besar LDL pada arteri. Kolesterol LDL yang menempel di dinding arteri dapat teroksidasi, menimbulkan peradangan yang akan menarik makrofag yang diturunkan dari monosit dan mengakumulasi kolesterol membentuk sel busa sehingga membentuk plak *aterosklerotik* (Herikumar, 2015).

3. Metode Pemeriksaan Kadar *Low Density Lipoprotein* (LDL)

Ada dua kelompok yang mendefinisikan teknik pemeriksaan LDL yaitu Indirek dan Direk:

a) Metode Indirek (Tidak Langsung)

Metode formula Friedewald

$$\text{LDL Kolestrol} = \text{Kolestrol Total} - \frac{\text{Trigliserida}}{5} - \text{HDL}$$

Friedewald dkk telah memvalidasi suatu formula, sehingga menetapkan penggunaan nilai kolesterol LDL yang dihitung. Pertama, total konsentrasi trigliserida dan kolesterol HDL dihitung; selanjutnya, konsentrasi kolesterol LDL diturunkan. Perhitungan didasarkan pada asumsi bahwa seperlima konsentrasi trigliserida sesuai dengan konsentrasi VLDL-C. Setelah pasien berpuasa setidaknya selama sepuluh jam - idealnya dua belas jam - tes laboratorium dapat dilakukan untuk menentukan kadar kolesterol total, HDL, dan trigliserida.

Sementara LDL dipengaruhi secara non-eksklusif oleh tujuan yang digunakan dalam perhitungan yang dikembangkan oleh Friedewald, Levy, dan Fredrickson, GPO-PAP adalah teknik yang digunakan untuk menghitung kadar kolesterol total (Soeharto, 2014). Kadar kolesterol total dapat dihitung secara fotometri. Pendekatan rumus Friedewald adalah metode yang umum digunakan meskipun memiliki kelemahan yaitu tidak dapat mengukur kadar kolesterol LDL pada kadar trigliserida yang melebihi 400 mg/dL karena adanya kemungkinan interferensi elemen lipid dengan hasil kolesterol LDL yang sebenarnya (Damayanti, 2016). Dokter meminta kolesterol total, trigliserida, dan kolesterol LDL, sehingga metode ini mudah diperoleh.

b) Metode Direk (Langsung)

Teknik pengendapan langsung digunakan untuk memastikan kadar kolesterol LDL dengan cara mengendapkan kolesterol LDL dengan polivinil sulfat atau heparin pada pH rendah. Yang dihitung kemudian adalah selisih antara kolesterol total dan nilai yang ditemukan dalam endapan. Kolesterol LDL diukur dengan menggunakan teknik pengendapan. Ide dasar dari pendekatan ini adalah bahwa LDL diendapkan dan setelah disentrifugasi, supernatan terdiri dari HDL dan VLDL. LDL dapat ditemukan dengan mengurangi total kolesterol serum dari endapan (Sun et al., 2015).

Dibandingkan dengan rumus Friedewald, metode ini memiliki kelemahan sebagai berikut: bahan kimia yang digunakan agak mahal dan waktu yang dibutuhkan cukup lama, sekitar 10-30 menit. Kadar kolesterol LDL sebaiknya dievaluasi dengan menggunakan pendekatan langsung (CHOD-PAP), yang mampu mengukur kadar kolesterol LDL secara langsung tanpa perlu mengevaluasi kolesterol total, trigliserida, atau kolesterol HDL (Rosmala et al., 2018).

C. Tinjauan Umum Darah

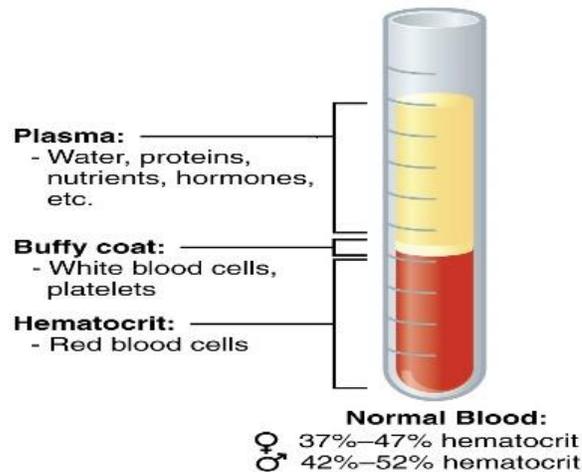
1. Definisi Darah

Darah manusia berfungsi terutama untuk menyediakan cairan jaringan tubuh - oksigen - untuk sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga membawa komponen sistem kekebalan tubuh untuk menangkal penyakit, memindahkan sisa metabolisme, dan memberi nutrisi pada tubuh (Mallo et al., 2014). Dua elemen utama darah lengkap adalah plasma dan sel darah. Dari seluruh darah, plasma terdiri dari 55% sisanya; sel darah terdiri dari 45%. Air, elektrolit, dan protein darah membentuk komponen cairan darah; juga sel darah merah (SDM), leukosit atau sel darah putih (SDP), trombosit, atau keping-keping darah (Bakta, 2014).

Dua kelompok darah lengkap dapat dibedakan berdasarkan periode penyimpanannya:

- a. Sampel darah segar adalah sampel darah yang masih memiliki trombosit dan faktor pembekuan setelah kurang dari enam jam penyimpanan.
- b. "Darah yang disimpan" adalah darah yang disimpan selama lebih dari enam hari.

2. Komponen Darah



Gambar 2. Komponen-komponen darah
(Sumber: Dewi,2018)

Dua komponen darah adalah komponen seluler, dikenal sebagai komponen cairan (Kiswari R, 2014).

a. Komponen Seluler

Komponen seluler kadang disebut sebagai plasma atau serum. Serum pada dasarnya sama dengan plasma; kecuali, serum tidak memiliki faktor pembekuan, fibrinogen. Terdiri dari lebih dari separuh dari semua elemen dalam darah lengkap, plasma darah adalah komponen yang paling penting. Plasma darah, menurut American Society of Hematology (2018), adalah cairan matriks ekstraseluler yang transparan dengan sedikit warna kekuningan. Plasma darah terdiri dari air (92%), sedangkan 8% lainnya terdiri dari glukosa, lemak, protein, vitamin, hormon, enzim, antibodi, karbon dioksida, dan mineral lainnya.

Pemecahan eritrosit tua terutama bilirubin-serta adanya pigmen karotenoid, hemoglobin, dan protein transferin besi memberikan warna kuning pada plasma darah. Mempertahankan homeostasis dalam darah-yang meliputi kontrol tekanan dan volume darah-tergantung pada plasma darah. Plasma darah juga membantu memindahkan produk sampingan metabolisme yang tidak diperlukan. Selain itu, frekuensi antibodi dalam plasma darah sangat berkaitan dengan sistem kekebalan tubuh dalam sistem pertahanan tubuh manusia (Raghuwanshi & Pehlajani, 2016).

b. Komponen Sel Darah

Komponen sel darah, terdiri atas:

1) Eritrosit

Komponen sel yang paling penting dalam darah adalah eritrosit, yang sering dikenal sebagai sel darah merah, yang juga memiliki fungsi vital sebagai sel penghantar oksigen. Jumlah eritrosit pada wanita dewasa yang sehat adalah sekitar 4,8 juta sel per mikroliter darah, sedangkan pada pria dewasa yang sehat jumlah eritrosit sekitar 5,4 juta sel per mikroliter darah. Satu-satunya sel darah yang memenuhi syarat untuk menjalankan tugasnya tanpa meninggalkan arteri darah adalah eritrosit (Mescher, 2015). Terdiri dari cakram bikonkaf dengan diameter sekitar 7,5 μm , ketebalan sekitar 2,6 μm di sekelilingnya, dan ketebalan tengah 0,75 μm , eritrosit karena ukuran dan bentuknya yang agak homogen-ditemukan di hampir semua jaringan manusia-eritrosit sering digunakan oleh para ahli histologi sebagai referensi untuk mengevaluasi ukuran sel tetangga lainnya (Mescher, 2015).

2) Leukosit

Leukosit juga dikenal sebagai sel darah putih, adalah sel darah yang mempertahankan inti sel tidak seperti eritrosit. Leukosit juga tidak memiliki hemoglobin dan kemampuan mengangkut

oksigen. Selain itu, leukosit mendapatkan namanya dari warnanya yang tidak terlalu terang dibandingkan dengan eritrosit. Leukosit secara umum terbagi dalam lima kategori: neutrofil, basofil, eosinofil, monosit, dan limfosit. Masing-masing dari kelima jenis leukosit tersebut memiliki sifat dan tujuan yang berbeda. Jumlah leukosit darah secara normal berkisar antara $4,3-10,8 \times 10^9 /L$. Dengan kisaran masing-masing 45-74% dan 16-45%, neutrofil dan limfosit membentuk sebagian besar susunan leukosit. Monosit menghasilkan 4-10% dari leukosit yang tersisa; eosinofil menghasilkan 0-7%; basofil menghasilkan 0-2% (Rosita et al., 2019)

3) Trombosit

Dengan diameter sekitar 2-4 μm , trombosit adalah potongan sel yang agak kecil. Trombosit, yang dibuat oleh pemisahan sekitar 2000-3000 fragmen sel, berasal dari tonjolan sitoplasma megakariosit, sel poliploid besar di sumsum tulang merah. Setiap fragmen sel kemudian memasuki sirkulasi sebagai trombosit dengan kepadatan antara 150.000 dan 400.000 keping per μL (mm^3). Meskipun memiliki banyak vesikel, trombosit tidak memiliki nukleus. Dalam proses pembekuan darah dan perbaikan pembuluh darah yang mengalami kerusakan minimal, trombosit sangat penting karena menghentikan kehilangan darah dari pembuluh darah (Rosita dkk, 2019).

D. Tinjauan Umum Serum

1. Definisi Serum

Komponen cair dari darah tanpa agen pembekuan dan sel darah disebut serum. Spesimen darah yang tidak diobati dengan antikoagulan menghasilkan

serum untuk menjamin pembekuan darah dalam waktu 15 hingga 30 menit. Sentrifugasi darah yang menggumpal menyebabkan pemisahan antara cairan dan sel darah. Cairan kuning yang dihasilkan oleh sentrifugasi (Nugraha, 2015) disebut sebagai serum darah. Dua metode persiapan untuk sampel serum adalah dari darah yang langsung disentrifugasi dan didinginkan sebelum disentrifugasi. Karena kandungan lipid pada serum yang disentrifugasi secara langsung belum sepenuhnya terurai dengan perlakuan tersebut, maka serum yang disentrifugasi secara langsung sebelum dibekukan akan menghasilkan cairan yang lebih sedikit (Nugraha, 2015). Sadikin (2014) menyatakan bahwa bekuan darah terdiri dari semua bagian darah yang telah mengalami proses pembekuan atau koagulasi spontan, sehingga terisolasi dari elemen larutan kuning jernih.

2. Macam-Macam Serum Tidak Normal

a. Serum lipemik

Serum lipemik adalah serum yang pada hiperlipidemia, buram, tidak berwarna, atau transparan. Konsentrasi trigliserida yang meningkat menyebabkan serum menjadi keruh. Biasanya, setelah serum lipemik, ditemukan peningkatan kadar kolesterol (Maulana, 2017).

b. Serum ikterik

Serum ikterik berwarna kuning kecokelatan yang dihasilkan oleh peningkatan konsentrasi bilirubin (Ghaedi dkk, 2016).

c. Serum hemolisis

Serum yang mengalami hemolisis-juga dikenal sebagai serum kemerahan-hasil dari pelepasan hemoglobin dari eritrosit yang terluka (Ghaedi & Elkhhoury, 2016). Berwarna merah dan memiliki kemampuan untuk memblokir beberapa teknik pengujian, serum hemolisis adalah serum yang unik (Lieseke & Zeibig, 2018).

E. Tinjauan Umum Sentrifus

1. Definisi Sentrifus

Sentrifugasi adalah langkah penting untuk memisahkan komponen darah seluler dari plasma. Selama pemisahan sel darah merah dan plasma, trombosit harus dibekukan sebelum sentrifugasi. Ketika trombosit akan dibuat, sel darah merah harus dipisahkan dari buffy coat dan plasma atau dari plasma yang kaya trombosit dengan menggunakan sentrifugasi. Saat yang tepat untuk memisahkan trombosit adalah pada langkah sentrifugasi kedua. Memvalidasi pengaturan sentrifugasi (PMK, 2015). Sangat penting sebelum komponen darah ditangani. Wadah harus dijaga agar tetap tertutup selama sentrifugasi untuk menghindari kontaminasi, penguapan, pembentukan aerosol-bahan yang dikeluarkan dalam bentuk kabut halus-dan perubahan pH. Jika sumbat dikeluarkan untuk alikuot, tabung harus ditutup kembali atau ditutup dengan mekanisme penutupan yang sesuai setelah selesai. Karena perangkat aplikator dapat menyebabkan hemolisis dan kontaminasi, maka tidak disarankan untuk "melingkari" atau menghilangkan emboli dengan perangkat aplikator.



Gambar 3. Alat Sentrifus
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Saat melakukan sentrifugasi, harus diperhatikan untuk memastikan tabung dengan ukuran dan volume spesimen yang sama diposisikan secara berlawanan atau seimbang di dalam mesin sentrifugasi. Keseimbangan yang tidak tepat dapat menyebabkan aerosol berkembang, merusak spesimen, dan melubangi wadah spesimen. Centrifuge tidak boleh dibuka sampai rotor

berhenti berputar sepenuhnya; harus tetap tertutup selama proses sentrifugasi. Seimbangkan satu tabung yang berisi spesimen yang akan disentrifugasi dengan tabung lain yang sebanding yang diisi dengan air dengan volume yang sama.

Setiap spesimen hanya disentrifugasi satu kali. Pemintalan berulang memiliki risiko terkait hemolisis dan perubahan analit yang dapat memengaruhi hasil pengujian karena panas yang dihasilkan oleh centrifuge selama pengoperasian. Spesimen sentrifugasi yang membutuhkan suhu rendah dalam sentrifugasi berpendingin dengan kontrol suhu.

2. Fungsi Sentrifus

Sentrifus adalah alat yang mampu memisahkan larutan, mengendapkan zat terlarut (misalnya asam deoksiribonukleat (DNA), asam ribonukleat (RNA), sel dengan komponen penyusunnya dalam suspensi, dan lain-lain, atau mengumpulkan larutan yang berada di dinding tabung (Eppendorf atau tabung reaksi) ke bagian bawah tabung (Maftuchah dkk, 2014).

3. Jenis-Jenis Sentrifus

Menurut Bintang (2018), sentrifus terbagi menjadi empat kategori yaitu:

a. Sentrifus Klinik

Laboratorium diagnostik klinis sering menggunakan sentrifus karena kesederhanaan dan biayanya. Centrifuge ini mampu mengendapkan partikel besar secara masif, termasuk sel ragi dan eritrosit, centrifuge ini mampu Centrifuge klinis biasanya tidak memiliki pendingin dan berjalan pada kecepatan tertinggi-6000 rpm. Volume maksimumnya juga 10 ml.

b. Sentrifus Mikro

Partikel besar-termasuk eritrosit, sel ragi, sel bakteri, nukleus, dan kloroplas-dengan cepat terkumpul di dalam sentrifus ini. Waktu putarannya yang singkat, kapasitas maksimum 1,5 mL, dan kecepatan maksimum 12.000 rpm menunjukkan karakternya.

c. Sentrifus Berpendingin Berkecepatan Tinggi

Mikroorganisme, limbah sel, organel sel yang lebih besar, dan protein endapan menggunakan amonium sulfat dikumpulkan dalam sentrifus ini. Kecepatan maksimumnya adalah 25.000 rpm dan gaya sentrifugalnya lebih dari 60.000 g. Namun, kurang baik untuk mengendapkan virus atau organel yang lebih kecil seperti ribosom.

d. Ultrasentrifus Preparatif

Penelitian biokimia dan klinis yang melibatkan ukuran sampel yang signifikan menggunakan sentrifus ini. Penelitian hormon steroid, pemisahan fraksi lipoprotein dari plasma, dan deproteinasi cairan untuk analisis asam amino, semuanya mendapat manfaat dari mesin sentrifugasi ini. Didinginkan, centrifuge ini memiliki rotor 8 cm, kecepatan maksimum 80.000 rpm, dan gaya sentrifugal 600.000 g.

e. Ultrasentrifus Analitik

Sentrifus ini merupakan sentrifus mahal dan mampu memisahkan organel kecil termasuk mikrosom, ribosom, RNA dengan isotop ^{15}N , dan DNA dengan isotop ^{14}N , sentrifus ini adalah sentrifus kriogenik. Beroperasi dengan gaya sentrifugal 500.000g, centrifuge ini memiliki kecepatan maksimum 70.000 rpm.

4. Prinsip Kerja Sentrifus

Partikel yang tersuspensi dalam wadah, seperti tabung, akan mengendap di dasar wadah di bawah pengaruh gravitasi. Gaya yang dijelaskan di sini disebut gaya sentrifugal (Yuwono, 2016). Menurut Yuwono (2016) memberikan penjelasan bahwa ada dua aspek yang mempengaruhi proses sedimentasi suatu partikel atau molekul yang disentrifugasi:

a. Berat Molekul (BM)

Semakin tinggi berat molekulnya maka kecepatan yang diperlukan juga akan semakin tinggi.

b. Bentuk Partikel

Pergerakan partikel cairan akan dipengaruhi oleh gesekan. Meskipun berat molekul partikel sama, partikel dengan bentuk yang lebih padat akan melewati cairan lebih cepat daripada partikel dengan bentuk yang kurang padat.

Tabel 1. Perbandingan dengan penelitian sebelumnya

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Mamonto dan Jiellan Bouza	Pengaruh lama waktu penundaan pada pembuatan serum terhadap kadar trigliserida. (2020)	Hasil yang didapatkan setelah melakukan uji perbedaan dengan uji <i>Repeated Measure Anova</i> adalah rata-rata hasil kadar trigliserida dari penundaan pembuatan adalah 66,18 mg/dL, 65,04 mg/dL, 65,39 mg/dL.
2	Asrori, Hermansyah, Edyansyah dan Sari	Analisis pemeriksaan kadar kolesterol menurut waktu sentrifugasi (2022)	Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adanya perbedaan terhadap kadar kolesterol berdasarkan waktu sentrifugasi dengan <i>p value</i> 0.004 ($p < \alpha$ 0.05) dengan nilai rata-rata hasil pemeriksaan kadar kolesterol yang disentrifugasi selama 5 menit sebesar 180,90 mg/dL, selama 10 menit sebesar 158,73 mg/dL, selama 15 menit sebesar 169,60 mg/dL.
3	Chalix Ervan Paulinus Stenly Putra	Perbedaan Kadar Kolesterol <i>Low Density Lipoprotein</i> Pada Serum Segera Dan Tunda 4 Jam. (2018)	Berdasarkan hasil uji <i>Paired T-Test</i> diperoleh $p = 0,020 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan yang signifikan kadar kolesterol LDL serum segera dan tunda 4 jam.

F. Tinjauan Umum Tabung Vacutainer

1. Pengertian Tabung Vacutainer

Tabung vacutainer adalah wadah yang digunakan untuk penyimpanan sampel darah. Awalnya didesain pada tahun 1947, Joseph Kleer menciptakan tabung vacutainer pertama, yang kemudian diproduksi secara massal oleh

perusahaan Becton Dickinson. Warna tabung ini membantu seseorang untuk mengidentifikasinya. Warna tutup tabung ini dapat digunakan untuk membedakan jenis antikoagulan dan penggunaannya dalam pengujian laboratorium (Riswanto, 2017).

2. Macam – Macam Tabung Vacuntainer

Warna tutup tabung vacutainer yang berbeda menunjukkan jenis antikoagulan yang digunakan dalam penelitian laboratorium. Kuning, merah, hijau terang, biru, biru tua, abu-abu, hijau, hitam, merah muda, putih, kuning dengan warna hitam di atasnya, dan ungu atau lavender adalah beberapa warna yang dimiliki oleh tabung vacutainer (Deviani, 2017).

Tabel 2. Macam-Macam Tabung Vacuntainer

Jenis Tabung Vacuntainer	Gambar Tabung Vacuntainer	Keterangan Tabung Vacuntainer
--------------------------	---------------------------	-------------------------------

<p>Tabung Vacuntainer Tutup Merah</p>		<p>Tabung ini merupakan tabung tanpa antikoagulan dan gel separator sehingga darah dapat membeku secara alami. Tabung ini digunakan dalam pemeriksaan kimia darah, imunologi, serologi dan bank darah.</p>
<p>Tabung Vacuntainer Tutup Kuning</p>		<p>Tabung SST berisi gel separator yang berfungsi memisahkan serum dan sel darah. Setelah pemusingan, serum akan berada dibagian atas gel dan sel darah berada dibawah gel. SST mengandung komposisi bahan pengaktif bekuan silika (<i>silica clot activator</i>) dan polimer gel.</p>
<p>Tabung Vacuntainer Tutup Hijau Terang</p>		<p>Tabung ini berisi gel separator (plasma separator tube/ PST) dengan antikoagulan lithium heparin, umumnya digunakan untuk pemeriksaan kimia klinik, imunologi dan serologi.</p>

Tabung Vacuntainer Tutup Ungu atau Lavender		Tabung ini berisi EDTA, umumnya digunakan untuk pemeriksaan darah lengkap dan bank darah (<i>crossmatch</i>).
Tabung Vacuntainer Tutup Biru Terang		Tabung ini berisi natrium sitrat, umumnya digunakan untuk pemeriksaan koagulasi seperti PPT dan APTT.
Tabung Vacuntainer Tutup Hijau Tua		Tabung ini berisi natrium atau lithium heparin, umumnya digunakan untuk pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit dan kimia darah.
Tabung Vacuntainer Tutup Biru Tua		Tabung ini berisi EDTA yang bebas logam, umumnya digunakan untuk pemeriksaan <i>trace element</i> (zink, copper, mercury) dan toksikologi.
Tabung Vacuntainer Tutup Abu-Abu Terang		Tabung ini berisi natrium fluoride dan kalium oksalat, umumnya digunakan untuk pemeriksaan glukosa.
Tabung Vacuntainer Tutup Hitam		Tabung ini berisi buffer sodium sitrat, umumnya digunakan untuk pemeriksaan LED (ESR).

Tabung Vacuntainer Tutup Pink		Tabung ini berisi potassium EDTA, umumnya digunakan untuk pemeriksaan imunohematologi.
Tabung Vacuntainer Tutup Putih		Tabung ini berisi potassium EDTA, umumnya digunakan pada pemeriksaan molekuler atau PCR dan DNA.
Tabung Vacuntainer Tutup Kuning Dengan Warna Hitam Bagian Atas		Tabung ini berisi media biakan, umumnya digunakan untuk pemeriksaan mikrobiologi aerob, anaerob dan jamur.

Sumber: (Buku Saku Analis Kesehatan, 2019).

G. Tinjauan Umum Tabung Gel Separator

Serum dan sel darah dipisahkan sebagian besar berkat tabung pemisah gel. Setelah sentrifugasi, serum akan berada di bagian atas gel; sel darah akan ditemukan di bawah gel. Terdiri dari polimer gel dan aktivator gumpalan silika, tabung pemisah gel Silika yang disertakan dalam wadah meningkatkan aktivasi trombosit, oleh karena itu menurunkan waktu sentrifugasi dan waktu yang dibutuhkan untuk proses koagulasi. Darah harus mengalami koagulasi dengan lima kali pembalikan wadah. Gel pemisah memilah serum atau plasma dari sel darah

Tabung pemisah serum berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan tabung analitik, sehingga meminimalkan kesalahan identifikasi. Waktu koagulasi yang diperlukan selama 15 hingga 30 menit membantu mengurangi bahaya pembentukan fibrin. Bejana berputar pada 4000 rpm selama sepuluh atau lima belas menit.



Gambar 4. Gel Separator
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Tabung pemisah gel memiliki beberapa keuntungan:

- a. Silika yang dimikronisasi adalah clotactivator dan polimer gel inert adalah pemisah serum yang digunakan untuk menjamin kemurnian serum dan mengurangi risiko fibrin yang menyumbat instrumen.
- b. Serum dapat diperoleh separuh waktu dari tabung polos merah, sehingga menghemat waktu.
- c. Serum yang lebih tinggi yang diperoleh dibandingkan dengan tabung standar merah meningkatkan efisiensi pengumpulan darah.
- d. Memungkinkan penundaan dalam analisis sampel di mana sampel dikumpulkan pada malam hari dan ditangani atau diperiksa keesokan harinya.
- e. Karakteristik fisik gel memastikan darah tetap berada di bagian bawah tabung selama penanganan, penyimpanan, dan transit. Misalnya, meskipun tabung terbalik atau terguncang, gel tidak mengalir dan serum tetap terpisah dan tidak bercampur dengan sel darah (Dwi Asih, 2017).

Tabung SST gel memiliki kekurangan yang dipengaruhi oleh sejumlah variabel, bahan tabung, kecepatan sentrifugasi dan suhu. Pemisah gel dapat melepaskan bahan yang mengganggu tes dan mempengaruhi konsentrasi stabilitas analit darah. Tabung SST harus disimpan pada suhu 4°C -25°C, dan tidak boleh digunakan diluar tanggal kadaluarsa. Sampel dari pasien tertentu dengan gangguan

koagulasi memungkinkan memerlukan waktu lebih dari 30 menit untuk membeku dalam tabung SST (Ayi, 2015).

H. Tinjauan Umum Tentang Spektrofotometer

1. Definisi Spektrofotometer



Gambar 5. Alat Spektrofotometer TMS 1024i
(Dokumentasi Pribadi, 2024)

Spektrofotometer adalah alat yang digunakan dalam pengukuran absorbansi di mana kuvet - kaca atau benda kuarsa - dikenai cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Cahaya akan ditransmisikan sementara sebagian akan diserap. Berbanding lurus dengan nilai absorbansi cahaya yang melewati kuvet, akan menjadi konsentrasi zat terlarut di dalamnya.

Sesuai dengan namanya, alat ini terdiri dari fotometer dan spektrometer. Sedangkan spektrometer menghasilkan cahaya dari spektrum dengan panjang gelombang yang ditentukan, sedangkan fotometer mendeteksi kekuatan cahaya yang ditransmisikan atau diserap. Dengan demikian, energi diukur sebagai fungsi panjang gelombang dengan menggunakan spektrofotometer dalam hal transmisi, pantulan, atau pancarannya.

Dengan menggunakan perangkat penyaringan-seperti prisma, kisi-kisi, atau celah optik-memungkinkan seseorang mendapatkan selektivitas yang lebih tinggi dari panjang gelombang cahaya putih, oleh karena itu membedakan spektrofotometer dari fotometer. Panjang gelombang cahaya yang dimaksudkan dalam fotometer filter diperoleh dengan menggunakan

serangkaian filter yang dirancang dengan warna yang dimaksudkan untuk melintasi lintasan panjang gelombang tertentu.

Panjang gelombang yang sepenuhnya monokromatik tidak dapat dicapai dengan fotometer filter; sebaliknya, lintasan panjang gelombang 30-40 nm dapat diperoleh. Dengan menggunakan alat pengurai cahaya, seperti prisma, spektrofotometer dapat menentukan panjang gelombang secara tepat. Spektrofotometer adalah instrumen untuk mengukur perbedaan penyerapan antara sampel dan blanko atau pembanding, monokromator, sel absorpsi untuk sampel atau larutan blanko, dan sumber spektrum yang terlihat secara kontinu.

2. Instrumen Spektrofotometer

a. Sumber Cahaya

Dalam spektrofotometer, sumber cahaya harus memiliki intensitas yang kuat dan aliran radiasi yang konstan. Sumber energi cahaya konvensional untuk daerah sinar tampak, ultraviolet dekat, dan inframerah dekat adalah lampu pijar dengan kabel rambut tungsten. Sebanding dengan bola lampu pijar biasa, kisaran panjang gelombang lampu ini (1) adalah 350 - 2200 nm.

b. Monokromator

Monokromator monokromatik adalah suatu alat yang dimaksudkan untuk mendistribusikan cahaya polikromatik ke dalam sejumlah komponen panjang gelombang yang terpisah

c. Cuvet

Kubus spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk menyimpan sampel atau contoh dalam analisis. Biasanya dibuat dari kwars, plexiglass, kaca, atau plastik, cuvet memiliki tinggi lima sentimeter dan bentuk tabung persegi panjang satu per satu cm. Pengukuran UV menggunakan cuvet kuarsa atau plexiglass; cuvet kaca tidak sesuai karena penyerapan sinar UV. Seseorang dapat mengukur dalam spektrum cahaya tampak dengan jenis cuvet apa pun

d. Detektor

Reaksi terhadap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda menentukan tujuan detektor penerima. Penampil data dalam bentuk angka digital atau penunjuk jarum akan menunjukkan cahaya yang diubah detektor menjadi sinyal listrik.

Mengukur transmitansi larutan sampel akan membantu seseorang untuk menentukan konsentrasinya dengan menggunakan hukum Lambert-Beer. Spektrofotometer akan membandingkan intensitas cahaya yang melewati sampel (I) dengan intensitas cahaya sebelum melewati sampel (I_0). Biasanya dinyatakan sebagai persentase%, rasio ini dikenal sebagai transmitansi dan digunakan untuk mendapatkan absorbansi (A) dengan menggunakan rumus $A = -\log \%T$.

3. Prinsip Spektrofotometer

Pada fotometer filter, sulit untuk mendapatkan panjang gelombang yang benar-benar monokromatik; namun demikian, dimungkinkan untuk mencapai lintasan panjang gelombang 30-40 nm. Sebaliknya, dengan menggunakan alat pengurai cahaya, seperti prisma, spektrofotometer dapat menentukan panjang gelombang secara tepat. Bersama dengan sumber spektrum yang terlihat secara kontinu dan monokromator, spektrofotometer adalah alat untuk mengukur perbedaan penyerapan antara sampel dan blanko atau pembanding. Alat ini juga terdiri dari sel kosong atau sel absorpsi untuk larutan sampel.

4. Kelebihan dan Kekurangan Spektrofotometer

a. Kelebihan Alat Spektrofotometer

- 1) Waktu yang dibutuhkan hanya dua hingga tiga menit.
- 2) Seseorang hanya memerlukan sedikit sampel; juga memungkinkan untuk menjalankan banyak sampel.

b. Kekurangan Alat Spektrofotometer

- 1) Gangguan pada bilirubin, ureum, dan protein menyebabkan hasil yang keliru.
- 2) Pemeliharaan peralatan yang kompleks

- 3) Kebutuhan arus listrik 600 volt mendorong penggunaan daya yang lebih besar.
- 4) Membersihkan sampel probe, reagen probe, dan kuvet membutuhkan 3,5 liter air setiap jam, sehingga membutuhkan air dalam jumlah besar.