

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Laboratorium Klinik

a. Pengertian Laboratorium Klinik

Laboratorium Kimia Klinik merupakan bagian dari layanan laboratorium kesehatan yang berperan dalam melakukan pemeriksaan terhadap spesimen manusia melalui prinsip reaksi kimia, biokimia, dan imunokimia untuk mengukur konsentrasi zat tertentu di dalam tubuh. Data hasil pemeriksaan tersebut sebagai dasar dalam penetapan diagnosis, pemantauan keberhasilan terapi, serta kegiatan skrining penyakit (Kemenkes RI, 2022).

b. Pemantapan Mutu Laboratorium Klinik

Pemantapan mutu laboratorium klinik merupakan kegiatan yang dimaksud untuk menjamin ketepatan dan keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium klinik. Kegiatan pemantapan mutu meliputi pemantapan mutu internal (PMI) dan pemantapan mutu eksternal (PME). Terdapat 3 tahapan pemantapan mutu internal (PMI) yaitu :

1) Pra analitik

Tahap pra-analitik meliputi formulir permintaan pemeriksaan, persiapan pasien, pengambilan, pemeriksaan, penyimpanan, dan kalibrasi peralatan dan penentuan metode pemeriksaan.

2) Analitik

Tahap analitik adalah tahap pengerjaan pengujian sampel sampai diperoleh hasil pemeriksaan (Riswanto, 2020). Tahap ini meliputi persiapan reagen atau media, pipetasi reagen dan sampel, pemeriksaan dan pembacaan hasil.

3) Pasca Analitik

Tahap pasca analitik adalah tahap setelah pengambilan spesimen dan proses pengukuran, yang mencakup perhitungan, evaluasi, dan penanganan informasi (Riswanto, 2020).

2. Darah

a. Pengertian Darah

Darah merupakan cairan yang ada pada makhluk hidup yang berfungsi mengantarkan zat dan oksigen yang dibutuhkan jaringan dalam tubuh. Fungsi lain dari darah yaitu untuk mengangkut bahan kimia hasil metabolisme serta sebagai pertahanan tubuh terhadap virus dan bakteri. Darah merupakan bahan atau sampel yang harus didapatkan sesuai dengan sistem manajemen mutu demi menjaga kualitas dan keamanannya serta mengurangi kemungkinan kontaminasi bakteri atau mikroorganisme lainnya (Maharani dan Ganjar, 2018).

Sebanyak 7-8% berat tubuh manusia ditentukan oleh volume darah yang mengalir setiap waktu melalui pembuluh arteri dan

venanya yang dipompa oleh jantung. Darah yang memiliki kandungan oksigen tinggi akan memiliki warna merah yang lebih terang. Namun sebaliknya pada darah yang rendah kadar oksigennya akan memiliki warna merah yang lebih gelap (Rosita, dkk, 2019).

b. Komponen Darah

Darah adalah jaringan ikat cair yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu plasma darah yang merupakan bagian cair sebanyak 55%, dan sel darah yang merupakan bagian padat sebanyak 45%. Sel darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Sedangkan pada komponen cairan tempat sel disebut cairan darah, yang terdiri dari 91% air, protein 8% dan mineral 1% (Watson, 2018).

c. Eritrosit

Sel darah merah atau eritrosit merupakan sel darah yang berbentuk seperti cakram bikonkaf, tidak berinti, berwarna kuning kemerah-merahan, berukuran 0,007 mm, berjumlah 4,5-5 juta/mm³, bersifat kenyal sehingga dapat berubah bentuk sesuai dengan pembuluh darah yang dilalui. Sel darah merah dibentuk di sumsum tulang. Sel darah merah berada di dalam sistem peredaran selama 105-120 hari, kemudian eritrosit dihancurkan di organ limpa (Syaifuddin, 2017). Eritrosit berbentuk bulat dan terwarnai merah muda kebiruan atau abu-abu pada pewarnaan giemsa dan

dibagian tengahnya terwarnai merah muda pucat atau tidak terwarnai, sehingga terlihat lebih pucat (Riswanto, 2022). Eritrosit berjumlah paling banyak dibandingkan sel-sel darah lainnya. Eritrosit yang membuat darah berwarna merah (Kiswari, 2018).

d. Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein dalam eritrosit yang memberi warna merah pada darah. Hemoglobin terdiri dari hem yaitu pigmen yang mengandung zat besi dan globin yang merupakan protein. Hemoglobin berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh (Tutik, 2019). Darah yang mengalir melewati paru-paru menyebabkan oksigen, berdifusi dari paru-paru ke dalam darah dan berikatan hemoglobin untuk membentuk oksihemoglobin yang memberi warna merah terang pada darah (Gunstream, 2018).

3. Serum

a. Pengertian Serum

Serum adalah komponen cairan darah yang berwarna kuning tanpa antikoagulan sehingga tidak mengandung fibrinogen dan faktor pembekuan darah. Fibrinogen merupakan protein yang tidak aktif dan melakukan fungsinya dengan mengubahnya menjadi fibrin (bentuk aktif dari fibrinogen). Volume serum dalam darah lebih kecil daripada plasma. Serum mengandung 90% air, protein

(albumin dan globulin), elektrolit, antibodi, antigen dan hormon (Hiru, 2018).

b. Jenis – jenis Serum Tidak Normal

1) Serum lipemik

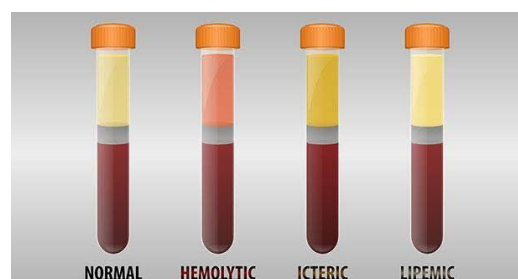
Serum lipemik adalah serum yang keruh, putih atau seperti susu karena hiperlipidemia. Kekeruhan lipemik disebabkan juga oleh adanya partikel besar lipoprotein seperti chylomicrons atau Very Low Density Lipoprotein (VLDL) dan komponen lipid utama yaitu trigliserida (Sujono dkk, 2021)

2) Serum ikterik

Serum ikterik adalah serum yang berwarna kuning kecoklatan yang disebabkan karena peningkatan konsentrasi bilirubin dalam darah (Nicolay dkk, 2021).

3) Serum hemolisis

Serum hemolisis adalah serum yang berwarna kemerahan akibat lepasnya hemoglobin dari eritrosit yang rusak selama proses pengambilan sperimen atau pemrosesan (Kahar, 2021).



Gambar 1. Jenis – jenis Serum Abnormal
Sumber : Stefani, 2020.

4. Hemolisis

a. Pengertian Hemolisis

Hemolisis adalah pecahnya eritrosit disertai keluarnya zat-zat yang terkandung didalamnya, sehingga serum atau plasma tampak kemerahan dan dapat menyebabkan kesalahan dalam analisis. Hemolisis menjadi penyebab kesalahan pra-analitik Hemolisis pada specimen pasien telah dilakukan pengujian bahwa hemolisis dapat mengganggu pengukuran dengan banyak metode yang menyebabkan hasil yang tidak akurat dan dapat meningkatkan kadar analit tertentu dalam plasma (misalnya kalium atau zat besi) (Ariyani dkk, 2021).

b. Indeks Hemolisis

Identifikasi hemolisis dapat dilakukan melalui pemeriksaan visual terhadap perubahan warna serum atau plasma. Hemolisis dapat dinilai dengan melihat munculnya warna merah muda hingga merah pada. Sampel. Meskipun demikian, penilaian visual ini bersifat subjektif karena sangat bergantung pada pengalaman. Hal tersebut dapat memicu kesalahan interpretasi, terutama pada tingkat hemolisis yang rendah atau pada sampel yang tidak memiliki kejernihan optimal (Muller, 2024).

Penggunaan spektrofotometri untuk menentukan hemolysis index memiliki akurasi tinggi dan mampu membedakan kadar hemolisis ringan yang tidak tampak secara visual. Alat ini bekerja

dengan mendeteksi absorbansi hemoglobin bebas pada panjang gelombang tertentu, sehingga mampu menghitung kadar hemoglobin bebas secara kuantitatif (Muller, 2024).

Mengetahui sampel serum mengalami hemolisis atau tidak merupakan langkah penting sebelum pemeriksaan dilakukan. Hal ini bertujuan untuk menghindari hasil uji laboratorium yang menyimpang dari kondisi sebenarnya.

Tabel 1. Tingkatan Hemolisis Berdasarkan Indeks Hemolisis

Indeks Hemolisis	Tampilan Serum	Derajat Hemolisis
> 20 mg/dL	Bening	Tidak Hemolisis
20 – 100 mg/dL	Merah muda	Hemolisis Ringan
100 – 300 mg/dL	Merah	Hemolisis Sedang
>300 mg/dL	Merah tua	Hemolisis Berat

Sumber : Adiga dan Yogish, 2020.

c. Penyebab Hemolisis

Hemolisis dapat terjadi secara in vivo dan in vitro. Hemolisis in vivo disebabkan oleh karena kondisi patologis, misalnya infeksi, anemia hemolitik autoimun, hemoglobinopati dan obat-obatan (Elrouf, 2021). Hemolisis secara in vitro disebabkan oleh :

- 1) Penggunaan jarum yang berukuran kecil
- 2) Pengambilan darah pada daerah hematoma
- 3) Menghomogenkan sampel yang terlalu keras
- 4) Sentrifugasi dengan kecepatan yang terlalu tinggi dalam waktu yang lama

- 5) Pemindahan darah dari spuit ke tabung dilakukan dengan tekanan (Lippi dkk., 2021)
- 6) Memasukkan darah ke dalam tabung dengan tidak melepas jarum (Riswanto, 2020).

d. Pengaruh Hemolisis

Hemolisis dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan sehingga dapat menyebabkan kesalahan diagnosis. Hasil pemeriksaan laboratorium yang menggunakan serum hemolisis dan diperiksa dengan spektrofotometer akan mempengaruhi pada hasil pemeriksaan. Derajat hemolisis dapat diukur dengan memisahkan plasma dari sel darah merah dan menganalisis jumlah hemoglobin bebas dengan menggunakan spektrofotometer yang dapat mengukur seberapa banyak cahaya dengan Panjang gelombang tertentu yang akan diserap oleh sampel (Buren, 2020). Apabila sampel hemolisis maka warna yang diserap akan dipengaruhi oleh warna hemoglobin sehingga hasil pada pemeriksaan dengan spektrofotometer akan berubah.

Hemoglobin merupakan salah satu gangguan kromogen pada metode kolorimetrik sehingga hemoglobin dikaitkan dengan absorbansi optik yang kuat pada Panjang gelombang 400-600 nm. Gangguan kromogen dapat menyebabkan peningkatan intensitas warna dan akan terjadi peningkatan absorbansi yang dibaca oleh fotometer. Hemoglobin tidak boleh ada di dalam serum atau

plasma karena dapat menyebabkan kesalahan pada hasil pemeriksaan, dikarenakan dapat menyebabkan kenaikan atau penurunan palsu pada pemeriksaan. (Lippi dkk., 2021).

5. Peralatan pengambilan darah

a. Alat Suntik (*Syringe*)

Alat suntik adalah sebuah pompa piston sederhana yang terdiri dari sebuah tabung silinder (*graduated barrel*) berskala milimeter (ml) atau cubic centimeters (cc), jarum dan pendorong (*plugger*). Pengambilan darah menggunakan syringe masih banyak dilakukan dalam praktek pelayanan kesehatan dan pelayanan laboratorium di Indonesia (Riswanto, 2020).

b. Jarum (*Needles*)

Terdapat tiga jenis jarum yang digunakan untuk pengambilan sampel darah vena yaitu jarum hipodermik, jarum multisampel dan Jarum kupu-kupu (*wing needle*). Jarum hipodermik dipakai untuk pengambilan sampel darah menggunakan alat suntik (*Syringe*). Jarum multisampel dipakai untuk pengambilan sampel darah menggunakan beberapa tabung secara bergantian dalam satu kali penusukan atau disebut dengan metode ETS (*evacuated tube system*). Jarum kupu-kupu (*wing needle*) digunakan untuk pasien dengan vena yang sulit seperti pada lansia, bayi, pasien gemuk atau pada vena rapuh.

Ukuran jarum (*gauge*) merupakan angka yang berkaitan dengan diameter lumen atau lubang jarum. Jarum hipodermik mempunyai ukuran dari yang terbesar sampai ukuran terkecil yaitu 20G, 21G, 22G, 23G, 24G dan 25G. Jarum yang paling sering dipakai untuk pengujian laboratorium adalah ukuran 20 sampai 23, namun jarum ukuran 21 dianggap standar untuk situasi yang paling rutin proses pengambilan darah orang dewasa. Jarum berukuran 24 atau 25 digunakan untuk pasien anak-anak. Pemilihan ukuran jarum penting diperhatikan sesuai dengan kondisi vena. Jarum yang terlalu besar dapat merusak pembuluh darah dan jarum yang terlalu kecil dapat mengakibatkan hemolisis pada sampel (Riswanto, 2020).

c. Tabung *Vacutainer*

- 1) Tabung tutup merah : tanpa penambahan antikoagulan, darah akan menjadi beku. Biasanya dipakai untuk pemeriksaan kimia darah, imunologi, serologi dan bank darah (*crossmatching test*).
- 2) Tabung tutup kuning : berisi gel separator (*serum separator tube* atau SST) yang berfungsi memisahkan serum dan sel darah. Biasanya dipakai untuk pemeriksaan kimia darah, imunologi dan serologi.

- 3) Tabung tutup hijau terang : berisi gel separator (*plasma separator tube* atau PST) dengan antikoagulan lithium heparin. Biasanya dipakai untuk pemeriksaan kimia darah.
- 4) Tabung tutup ungu atau lavender : berisi EDTA. Biasanya dipakai untuk pemeriksaan darah lengkap dan bank darah (*crossmatch*).
- 5) Tabung tutup biru berisi natrium sitrat. Biasanya dipakai untuk pemeriksaan koagulasi seperti pemeriksaan PPT, dan APTT.
- 6) Tabung tutup hijau berisi natrium atau lithium heparin. Biasanya dipakai untuk pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit dan kimia darah.
- 7) Tabung tutup abu-abu terang : berisi natrium fluoride dan kalium oksalat Umumnya digunakan untuk pemeriksaan glukosa (Riswanto, 2020).

6. Protein Total

a. Pengertian

Protein (akar kata *proteios* dari bahasa Yunani yang berarti "pertama atau utama") adalah senyawa organik kompleks berbobot tinggi, polimer monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain melalui ikatan peptida. Protein total merupakan gabungan seluruh komponen atau fraksi protein yang terdapat dalam plasma atau serum. Total protein terdiri dari 60% albumin dan 40% globulin, ditemukan dalam plasma darah. Protein terdiri dari satu

atau lebih polipeptida yang membentuk kesamaan tertentu (Natsir dan Farm, 2023).

Penentuan kadar protein dalam tubuh biasanya mengukur kandungan protein total. Tes protein total merupakan tes yang menggambarkan kemampuan hati dalam mensintesis protein dan memetabolisme zat dalam darah. Protein total adalah protein plasma yang terutama disintesis di sel parenkim hati, sel plasma, kelenjar getah bening, limpa dan sumsum tulang. Protein total terdiri dari albumin dan globulin. Mengukur kadar protein total dapat membantu mengidentifikasi berbagai kondisi dalam tubuh. Penurunan konsentrasi protein total dapat dideteksi pada penurunan sintesis protein dari hati, kehilangan protein akibat penurunan fungsi ginjal, dan malabsorpsi atau defisiensi nutrisi. Peningkatan kadar protein juga terjadi pada penyakit inflamasi kronis, sirosis hati dan dehidrasi (Firdaus dkk, 2022).

b. Metode Pemeriksaan

1) Metode Lowry

Metode Lowry merupakan pengembangan dari metode Biuret. Prinsip metode ini adalah kompleks Cu (II) akan tereduksi menjadi Cu (I) dalam suasana alkalis. Ion Cu^+ kemudian akan mereduksi reagen Folin-Ciocalteu dan kompleks phospholibdat-phosphotungstat, menghasilkan hetero-polymolybdenum blue akibat reaksi oksidasi gugus

aromatik terkatalis oleh Cu, yang memberikan warna biru intensif yang dapat dideteksi secara kolorimetri.

2) Metode *Bradford*

Metode *Bradford* adalah metode pemeriksaan kadar protein total dengan melibatkan pewarna *Coomassie Brilliant Blue* (CBB). Pewarna ini akan berikatan dengan protein pada sampel larutan dalam suasana asam. Absorbansi dapat diukur pada panjang gelombang 456 - 595 nm.

3) Metode Biuret

Metode Biuret adalah metode yang biasa digunakan untuk menetapkan kadar protein dibidang kesehatan. Prinsip metode ini adalah dalam suasana basa ion cupri (Cu^{2+}) akan berinteraksi dengan ikatan peptida dan membentuk kompleks berwarna ungu (DiaSys, 2020). Kadar protein total dalam sampel sebanding dengan intensitas warna yang terjadi. Kadar protein total diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (Depkes, 2020).

c. Gambaran Klinis

Kadar protein total akan mengalami peningkatan pada kondisi infeksi kronis, kegagalan fungsi hati, reaksi alergi, dehidrasi, hemolisis, kecanduan alkohol, serta kondisi pada pasien leukemia. Kadar protein total akan mengalami penurunan pada keadaan malnutrisi, penyakit hati, diare kronis maupun non kronis, luka

bakar, penyakit ginjal, rendahnya albumin, rendahnya globulin, dan kehamilan (Jelantik, dkk., 2022). Nilai normal untuk kadar protein total serum adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai normal untuk kadar protein total pada serum

Nilai Normal (gr/dL)	
Bayi baru lahir	5,3-8,9
Dewasa	6,6-8,7

Sumber : Glory Diagnostic, 2025..

d. Faktor yang Mempengaruhi Pemeriksaan Kadar Protein Total

Kadar protein total dapat berubah tergantung pada kondisi tubuh yang patologis ataupun karena asupan makanan. Kadar protein total yang menurun dapat disebabkan karena seseorang dalam keadaan malnutrisi, kelaparan, penyakit hepar berat, kanker saluran gastrointestinal, gagal ginjal dan luka bakar berat. Peningkatan kadar protein total dapat terjadi karena seseorang mengalami dehidrasi, muntah, diare, multiple myeloma, sarkoidosis dan sindrom distres pernapasan (Kee, 2020).

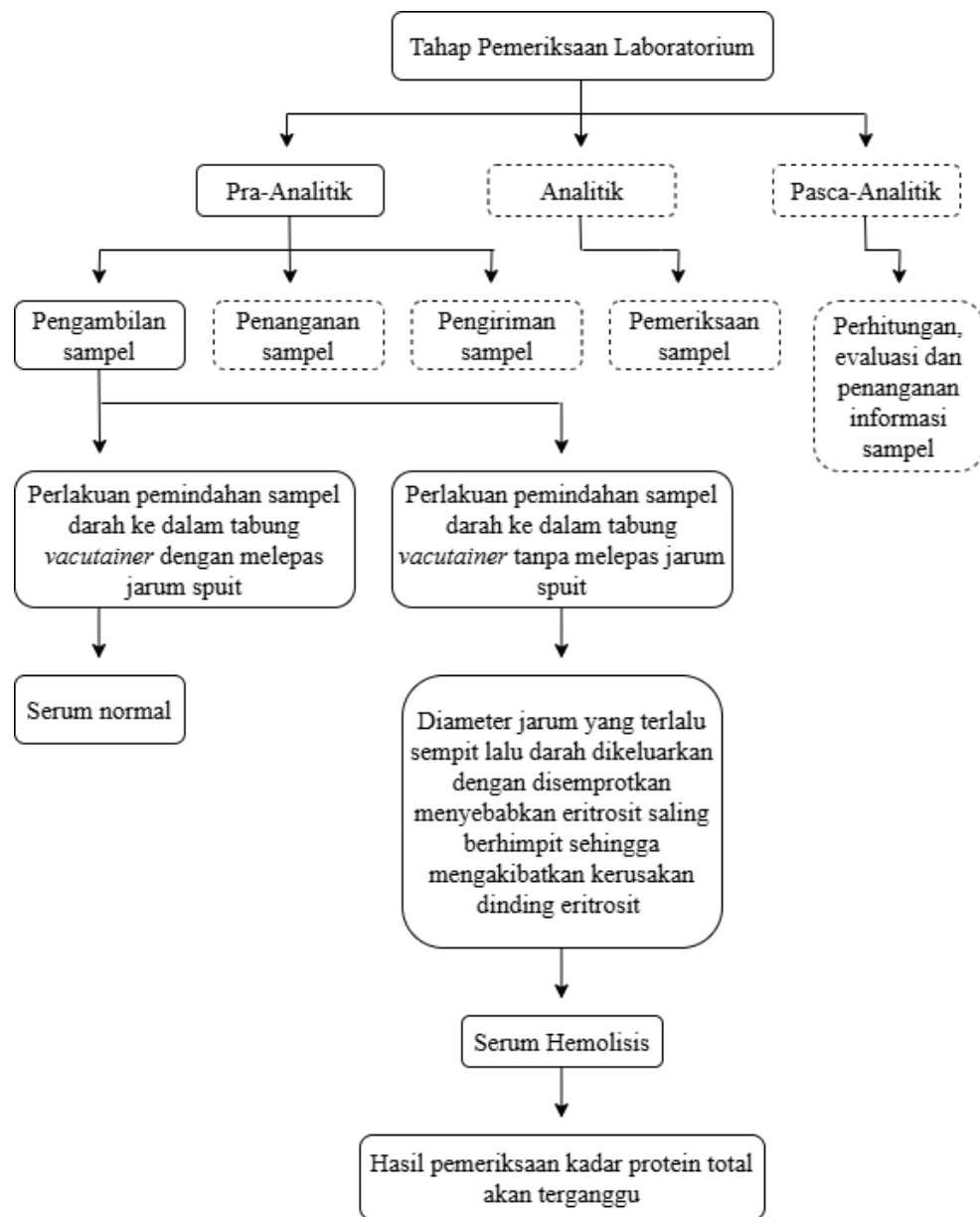
Sampel pemeriksaan kadar protein total di laboratorium tidak boleh mengalami hemolisis, ikterik maupun lipemik karena keadaan sampel atau serum yang tidak ideal dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan. Perlakuan pemindahan darah dari spuit ke dalam tabung *vacutainer* dengan cara ditusukkan dan disemprotkan dapat berpotensi menyebabkan hemolisis, karena sel-sel darah melewati jarum yang relatif sempit (Riswanto, 2020).

Serum hemolisis adalah serum yang terbentuk karena adanya pelepasan isi intaseluler eritrosit kedalam serum (Piyophiprapong, dkk., 2021). Hemolisis dapat diketahui secara visual maupun semiotomatis. Secara visual hemolisis dapat dilihat dengan adanya warna merah pada plasma atau serum, sedangkan secara semiotomatik, hemolisis dapat diukur dengan spektrofotometer. Apabila kadar hemoglobin bebas pada plasma melebihi 20 mg/dL maka sampel dikatakan hemolisis (Adiga dan Yogish, 2020).

Serum ikterik adalah serum berwarna kuning coklat yang disebabkan karena adanya peningkatan konsentrasi bilirubin. Serum ikterik dapat mengganggu pemeriksaan spektrofotometri pada panjang gelombang 340-500 nm (Piyophiprapong, dkk., 2021).

Serum lipemik adalah serum berwarna putih keruh yang disebabkan karena peningkatan konsentrasi trigliserid (Thomas, dkk., 2021). Lipemik dapat mengganggu pemeriksaan yang menggunakan fotometri jika sampel terdapat warna atau kekeruhan, karena dapat menyebabkan hasil pemeriksaan tinggi palsu atau rendah palsu.

B. Kerangka Teori

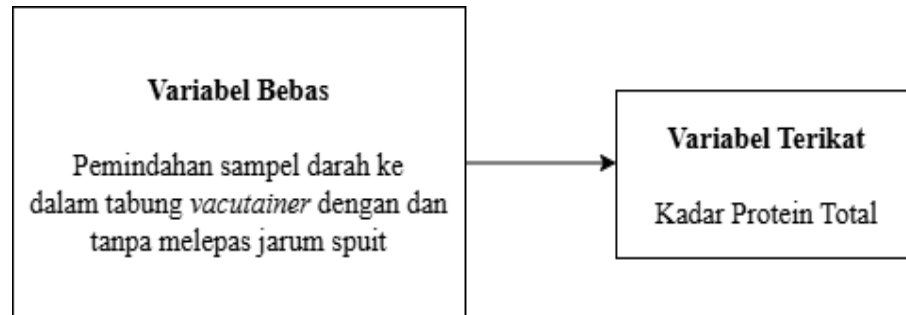


Keterangan :

- : Diteliti
 : Tidak diteliti

Gambar 2. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 3. Hubungan Antar Variabel

D. Pertanyaan Penelitian

Apakah ada perbedaan kadar protein total pada perlakuan pemindahan sampel darah tanpa melepas jarum dibandingkan dengan pemindahan sampel darah dengan melepas jarum spuit?