BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Darah

2.1.1 Komponen Darah

Darah merupakan jaringan yang berbentuk cairan yang terdiri dari dua bagian besar. Darah terdiri dari atas dua komponen utama yaitu plasma darah sebesar 55% dan komponen padatan (korpuskuli) sebesar 45%. Plasma darah terdiri atas 91% air, 8% protein terlarut, 1 % asam organik dan 1 % garam (Guyton Arthur L, 2002). Plasma mengandung bermacam-macam zat yang dikategorikan dalam beberapa golongan, yaitu :

a. Golongan Karbohidrat contohnya Glukosa
b. Golongan Protein contohnya Albumin, Globulin, Fibrinogen
c. Golongan Lemak/Lipid contohnya Cholesterol
d. Golongan Enzym contohnya Amylase, Transaminase
e. Golongan Hormon contohnya Insulia, Adrenalin
f. Golongan Mineral contohnya zat Besi (Fe), Kalium (K)
g. Golongan Vitamin contohnya Vitamin A, Vitamin K
h. Golongan ampas Metabolik contohnya Urea, Asam Urat, Kreatinin
i. Golongan zat warna contohnya Bilirubin dan lain-lainnya.

Bahan organik pada plasma merupakan protein yang disebut Plasma Protein yang berkisar 6-8%. Terdapat beberapa jenis protein yang berbeda sifat dan fungsinya. Tubuh individu terdapat kira-kira 200-300 gram protein terdapat

repository.unimus.ac.id

dalam bentuk koloid dan mempengaruhi kekentalan (viskositas) darah. (DepKes RI, 2005).

Komponen padat (korpuskuli) terdiri atas sel – sel darah. Terdapat tiga jenis sel darah yaitu : sel darah merah, (Eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit) (Guyton Arthur L, 2002).

2.1.2 Fungsi

Fungsi utama darah dalam sirkulasi adalah sebagai media transportasi, pengatur suhu dan pemelihara keseimbangan cairan, asam dan basa. Eritrosit selama hidupnya tetap berada dalam darah. Sel-sel ini mampu mengangkut oksigen secara efektif tanpa meninggalkan pembuluh darah serta cabang-cabangnya. Sebaliknya leukosit melaksanakan fungsinya di dalam jaringan, sedangkan keberadaannya dalam darah hanya melintas saja. Trombosit melakukan fungsinya pada dinding pembuluh darah, sedangkan trombosit yang ada dalam sirkulasi tidak mempunyai fungsi khusus. (Frances, K. Widmann, 2003).

2.1.3 Karakteristik Darah

Darah berwarna merah, antara merah terang apabila kaya oksigen sampai merah tua apabila kekurangan oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein pernapasan (respiratory protein) yang mengandung besi dalam bentuk heme, yang merupakan tempat terikatnya molekul – molekul oksigen.

Manusia memiliki sistem peredaran darah tertutup yang berarti darah mengalir dalam pembuluh darah dan disirkulasikan oleh jantung. Darah dipompa oleh jantung menuju paru-paru untuk melepaskan sisa metabolisme berupa karbon

repository.unimus.ac.id

dioksida dan menyerap oksigen melalui pembuluh arteri pulmonalis, lalu dibawa kembali ke jantung melalui vena pulmonalis. Setelah itu darah dikirimkan ke seluruh tubuh oleh saluran pembuluh darah aorta. Darah mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh melalui saluran halus darah yang disebut pembuluh kapiler. Darah kemudian kembali ke jantung melalui pembuluh darah vena cava superior dan vena cava inferior. Darah juga mengangkut bahan bahan sisa metabolisme, obat-obatan dan bahan kimia asing ke hati untuk diuraikan dan ke ginjal untuk dibuang sebagai air seni. (Evelyn C. Pearce, 2009).

a. Warna

   Darah arteri berwarna merah muda karena banyak oksigen yang berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah. Darah Vena berwarna merah tua / gelap karena kurang oksigen dibandingkan dengan darah Arteri.

b. Viskositas

   Viskositas darah atau kekentalan darah ¾ lebih tinggi dari pada viskositas air yaitu sekitar 1.048 sampai 1.066.

c. pH

   pH darah bersifat alkaline dengan pHδ 7.35 sampai 7.45.

d. Volume

   pada orang dewasa volume darah sekitar 70 sampai 75 ml/kg BB atau sekitar 4 sampai 5 liter darah.

repository.unimus.ac.id

2.2 Sel Darah Merah

2.2.1 Pengertian

Eritrosit atau sel darah merah merupakan salah satu komponen sel yang terdapat dalam darah, fungsi utamanya adalah sebagai pengangkut hemoglobin yang akan membawa oksigen dari paru – paru ke jaringan (Guyton, 2002). Eritrosit merupakan suatu sel yang kompleks, membrannya terdiri dari lipid dan protein, sedangkan bagian dalam sel merupakan mekanisme yang mempertahankan sel selama 120 hari masa hidupnya serta menjaga fungsi hemoglobin selama masa hidup sel tersebut (Williams, 2007). Eritrosit berbentuk bikonkaf dengan diameter sekitar 7,5 µm, dan tebal 2 µm namun dapat berubah bentuk sesuai diameter kapiler yang akan dilaluinya, selain itu setiap eritrosit mengandung kurang lebih 29 pg hemoglobin, maka pada pria dewasa dengan jumlah eritrosit normal sekitar 5,4 jt/µl didapati kadar hemoglobin sekitar 15,6 mg/dl (Ganong, 2010).

2.2.2 Sirkulasi Sel Darah Merah

Sebagian besar eritrosit bersirkulasi dalam waktu yang terbatas dengan kisaran bervariasi dari 2-5 bulan pada hewan domestikasi dan tergantung spesies. Masa hidup eritosit unggas lebih pendek dari mamalia yaitu berumur 28–45 hari dan pada hewan umumnya kira-kira 25 hingga 140 hari. Eritrosit dari hewan dewasa dibentuk didalam sumsum tulang belakang sedangkan pada waktu masih janin dihasilkan oleh hati, limpa, dan nodus limpatikus (Gandasoebrata R, 2013)

repository.unimus.ac.id

2.2.3 Pembentukan Eritrosit

Proses pembentukan eritrosit terjadi dalam sumsum tulang. Proses pembentukannya melalui beberapa tahap, mula-mula besar dan berisi nukleus dan tidak berisi hemoglobin kemudian dimuati hemoglobin dan akhirnya kehilangan nukleusnya dan siap diedarkan dalam sirkulasi darah yang kemudian akan beredar di dalam tubuh selama lebih kurang 25- 140 hari, setelah itu akan mati (Guyton, 2008).

2.2.4 Komponen dan Fungsi Sel Darah Merah

Komponen utama sel darah merah adalah molekul haemoprotein, hemoglobin yang terdiri dari 60-70%, H2O, 28-35% hemoglobin mengisi kirakira sepertiga dari masa eritrosit. Dengan menggunakan metode elektrophoretik, hemoglobin dapat ditemukan. Molekul hemoglobin terdiri atas dua cincin, haem dan globin yang disintesis sendiri-sendiri. Rantai haem mengandung besi dan merupakan tempat pengikatan oksigen. Molekul ini memiliki kemampuan mengambil dan menggantikan oksigen dengan tekanan relatif tipis. Pada mamalia eritrosit tidak berinti, sedangkan pada unggas dan unta, eritrosit berinti. Eritrosit didalam pembuluh darah tersusun bertumpuk seperti koin dan disebut dengan istilah reuloux (Guyton, 2008).

Fungsi sel darah merah adalah mengikat oksigen (oksihemoglobin) dari Paru-paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh dan mengikat karbon dioksida dari jaringan tubuh untuk dikeluarkan melalui paru-paru.

repository.unimus.ac.id

2.3 Hemoglobin

2.3.1. Pengertian Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin adalah suatu senyawa protein dengan Fe yang dinamakan conjugated protein. Sebagai intinya Fe dan dengan rangka protoperphyrin dan globin (tetra phirin) menyebabkan warna darah merah karena Fe ini. Universitas Sumatera Utara Eryt Hb berikatan dengan karbondioksida menjadi karboxy hemoglobin dan warnanya merah tua. Darah arteri mengandung oksigen dan darah vena mengandung karbondioksida (Depkes RI dalam Widayanti, 2008).

2.3.2. Kadar Hemoglobin (Hb)

Kadar hemoglobin ialah ukuran pigmenrespiratorik dalam butiran-butiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut "100 persen" (Evelyn, 2009). Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. Namun WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin.

Anak 6 bulan - 6 tahun 11,0

Anak 6 tahun - 14 tahun 12,0

Pria dewasa 13,0

Ibu hamil 11,0

Wanita dewasa 12,0 (WHO dalam Arisman, 2002).

2.3.3. Struktur Hemoglobin (Hb)

Pada pusat molekul terdiri dari cincin heterosiklik yang dikenal dengan porfirin yang menahan satu atom besi, atom besi ini merupakan situs/lokal ikatan

repository.unimus.ac.id

oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme. Nama hemoglobin merupakan gabungan dari heme dan globin, globin sebagai istilah generik untuk protein globular. Ada beberapa protein mengandung heme dan hemoglobin adalah yang paling dikenal dan banyak dipelajari.

Pada manusia dewasa, hemoglobin berupa tetramer (mengandung 4 submit protein), yang terdiri dari dari masing-masing dua sub unit alfa dan beta yang terikat secara non kovalen. Sub unitnya mirip secara struktural dan berukuran hampir sama. Tiap sub unit memiliki berat molekul kurang lebih 16.000 Dalton, sehingga berat molekul total tetramernya menjadi 64.000 Dalton. Tiap sub unit hemoglobin mengandung satu heme, sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki kapasitas empat molekul oksigen (Wikipedia, 2007).

2.3.4. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin di dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Mioglobin berperan sebagai reservoir oksigen : menerima, menyimpan dan melepas oksigen di dalam sel-sel otot. Sebanyak kurang lebih 80% besi tubuh berada di dalam hemoglobin (Sunita, 2001). Menurut Depkes RI adapun guna hemoglobin antara lain :

1. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringanjaringan tubuh.
2. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringanjaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.

repository.unimus.ac.id

3. Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk di buang, untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar hemoglobin. Penurunan kadar hemoglobin dari normal berarti kekurangan darah yang disebut anemia (Widayanti, 2008).

2.3.5. Kesalahan-kesalahan dalam pemeriksaan kadar hemoglobin

A. Kesalahan dalam pengambilan sampel darah

1. Keakuratan jumlah darah yang bisa dilakukan pada pengambilan darah kapiler (setelah penusukan jari tangan).
2. Terlalu kuat meremas atau menekan jari tangan pada pengambilan darah kapiler (setelah penusukan jari tangan).
3. Terbentuknya endapan pada sampel darah vena karena pencampuran yang kurang sempurna setelah pengambilan sampel.
4. Terdapat gelembung-gelembung udara didalam pipet. Terlalu sedikit atau terlalu banyak menambahkan larutan pengencer drakbin.
5. Terbentuknya bekuan kecil pada sampel darah vena dengan EDTA karena pencampuran yang kurang sempurna setelah pengambilan sampel.
6. Terlalu lama memasang torniquet pada pengambilan darah vena sehingga menyebabkan sel-sel darah mengalami lisis. (WHO, 2011)

repository.unimus.ac.id

B. Kesalahan Teknis

1. Mengencerkan sampel dengan faktor pengenceran yang tidak sesuai untuk pengkalibrasi spektrofotometer, hemoglobinometer atau colorimetri yang dipakai.
2. Reagen kurang tercampur rata atau tidak homogen. (WHO, 2011)

2.4 Hematology Analyzer

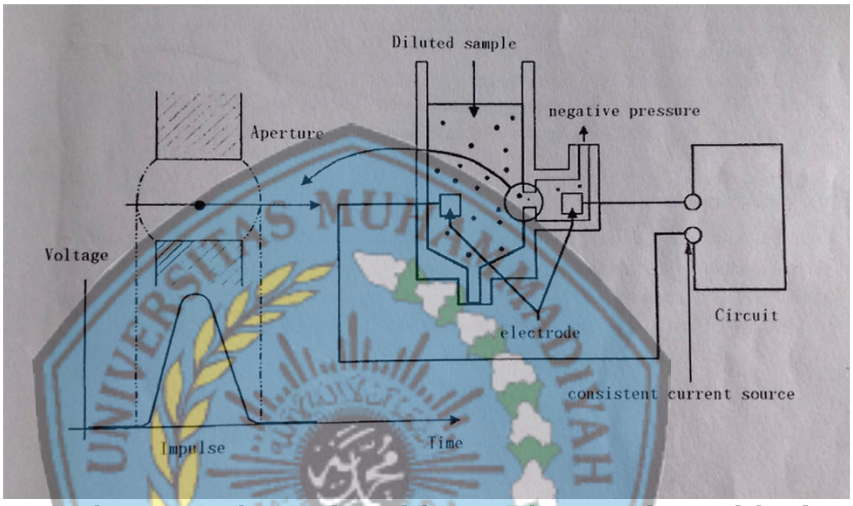
Prinsip kerja dari Hematology Analyzer adalah mengukur sel darah secara otomatis berdasarkan impedansi elektrik atau berkas cahaya terhadap sel-sel yang dilewatkan atau pengukuran dan penyerapan sinar akibat interaksi sinar yang mempunyai panjang gelombang tertentu dengan larutan atau sampel yang dilewatinya.

2.4.1 Metode impedansi elektrik

Metode impedansi elektrik adalah salah satu metode yang digunakan dalam menghitung jumlah dan mengukur sel darah, dimana sebelum pemeriksaan sampel diencerkan dengan menggunakan larutan yang mempunyai konduktivitas tertentu dan merupakan konduktor listrik yang kurang baik kemudian sel darah dialirkan melalui lubang kecil yang disebut orifice yang mempunyai ukuran tertentu. Pada saat yang sama, suatu arus listrik dialirkan melalui elektroda yang dipasang pada sisi luar dan sisi dalam orifice, karena sel darah adalah penghantar listrik yang buruk, sehingga jika sel darah masuk melalui orifice tadi arus listrik yang mengalir akan terganggu, gangguan ini menimbulkan suatu pulsa listrik. Jumlah pulsa listrik yang terukur persatuan waktu (frekuensi pulsa) dideteksi sebagai jumlah sel yang melalui celah tersebut. Sedangkan besarnya perubahan tegangan

repository.unimus.ac.id

listrik (amplitudo) yang terjadi, merupakan ukuran volume dari masing-masing sel darah. Besarnya pulsa akan sesuai dengan besarnya jumlah dan besarnya sel darah yang lewat. Jika sel darah besar, maka pulsa yang ditimbulkan besar, sebaliknya jika sel darah kecil maka pulsapun kecil. Dengan demikian dapat mengenali jenis-jenis sel menurut ukuran dan menghitung jumlahnya (Mengko R., 2013).



Gambar 1. Metode impedansi dalam penghitungan dan jumlah sel
Sumber: Mindray operation manual, 2006

2.4.2 Metode *flowcytometry*

Flowcytometri adalah metode pengukuran (*metri*) jumlah dan sifat-sifat sel (*cyto*) yang dibungkus oleh aliran cairan (*flow*) melalui celah sempit. Ribuan sel dialirkan melalui celah tersebut sehingga sel dapat lewat satu per satu, kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel dan ukurannya. Alat ini juga dapat memberikan informasi intraseluler, termasuk inti sel. Secara umum, metode *flowcytometri* adalah pemeriksaan dimana sel – sel dari sampel masuk dalam suatu *flow chamber*, dibungkus oleh cairan pembungkus, kemudian dialirkan melewati suatu celah atau lubang dengan ukuran kecil yang memungkinkan sel lewat satu demi satu, kemudian dilakukan pengukuran. Aliran yang keluar sel

repository.unimus.ac.id

tersebut kemudian melewati medan listrik dan dipisahkan menjadi tetesan – tetesan sesuai dengan muatannya, kemudian ditampung ke dalam beberapa saluran pengumpul yang terpisah, ini disebut *cell sorting* (Koeswardani R. *et al*, 2001).

Prinsip yang digunakan dalam metode ini adalah pendaran cahaya / (*light scattering*) yang terjadi ketika sel mengalir melewati celah dan berkas cahaya yang difokuskan ke sensing area yang ada pada aperture tersebut. Apabila cahaya mengenai sel, maka cahaya akan dihamburkan, dipantulkan, atau dibiaskan kesemua arah. Kemudian hamburan cahaya yang mengenai sel akan ditangkap oleh detektor yang ada pada sudut – sudut tertentu sehingga menimbulkan pulsa. Pulsa cahaya yang berasal dari hamburan cahaya, intensitas warna, atau fluorensi, akan diubah menjadi pulsa listrik. Pulsa ini dipakai untuk menghitung jumlah, ukuran, maupun inti sel yang merupakan ciri dari masing – masing sel. Hamburan cahaya dengan arah lurus (*forward scettered light*) mendeteksi volume dan ukuran sel. Sedangkan cahaya yang dihamburkan dengan sudut 90º menunjukkan informasi dari isi granula sitoplasma. Pada metode ini juga dapat dilakukan pewarnaan dengan cara menambahkan pewarna pada reagen. Sel yang telah diberi warna akan memberikan pendaran cahaya yang berbeda – beda, sehingga akan lebih banyak informasi untuk mendeteksi atau membedakan berbagai jenis sel (Mengko R., 2013).

repository.unimus.ac.id

2.5 Antikoagulan EDTA

Darah EDTA dalam bentuk garam natrium, kalium atau lithium, dapat dipakai untuk beberapa macam pemeriksaan hematologi, seperti penetapan kadar hemoglobin, hitung jumlah leukosit, eritrosit, trombosit, retikulosit, hematokrit, penetapan laju endap darah menurut Westergren dan Wintrobe, tetapi tidak dapat dipakai untuk percobaan hemoragik dan pemeriksaan faal trombosit. (R.Gandasoebrata, 2007)

Pemeriksaan dengan memakai darah EDTA sebaiknya dilakukan segera, hanya kalau perlu boleh disimpan dalam lemari es dengan suhu 40C. Darah EDTA yang disimpan pada suhu 40C selama 24 jam memberikan nilai hematokrit yang lebih tinggi. Pembuatan sediaan apus darah tepi dapat dipakai darah EDTA yang disimpan dengan waktu paling lama 2 jam. Darah EDTA dapat disimpan paling lama 24 jam di dalam lemari es tanpa mendatangkan penyimpanan yang bermakna, kecuali untuk jumlah trombosit dan nilai hematokrit. (R.Gandasoebrata, 2007)

2.6 Tabung Vacutainer

Tabung *vacutainer* merupakan tabung yang aman untuk pengumpulan spesimen darah. Penggunaan tabung *vacutainer* dapat mengurangi resiko terjadinya kerusakan dan tumpahnya spesimen serta pembuangan tabung plastik yang aman, sederhana dan sesuai dengan *Environmental Protection Agency (EPA)* (Turgeon, 2005).

Tabung *vacutainer* direkomendasikan oleh NCCLS (*National Committee for Clinical Laboratory Standards*) untuk pemeriksaan hematologi karena

repository.unimus.ac.id

mempunyai ketepatan perbandingan antikoagulan dengan darah yang lebih baik dibandingkan penambahan antikoagulan cara konvensional. Namun, penggunaan EDTA *vacutainer* 4 kali lebih mahal dibandingkan EDTA konvensional (Nurrachmat, 2005).

Vacutainer mempunyai banyak macam ukuran dan volume, yaitu :

1. Biru muda : mengandung *sodium citrate*. Digunakan untuk penentuan CTAD untuk fungsi tes trombosit yang dipilih dan penentuan koagulasi rutin.
2. Merah : mengandung aktivator penggumpalan dan dilapisi silikon. Digunakan untuk penentuan serum dalam kimia, skrining donor darah rutin dan tes diagnostik serum untuk penyakit menular. Waktu pembekuan darah : 60 menit.
3. Kuning : mengandung *inert polymer gel*. Dingunakan untuk pemeriksaan SST, gel pada tabung ini setelah disentrifugasi akan menjadi pembatas sel dengan serum.
4. Hijau muda: mengandung *lithium heparin* dan *gell* pemisahan plasma. Digunakan untuk penentuan plasma kimia.
5. Lavender : mengandung *spray – coated* K_2EDTA/ *liquid* K_3EDTA. Digunakan untuk penentuan hematology darah, pengujian immunohematologi rutin, dan skrining donor darah.
6. Abu – abu : mengandung *sodium flouride* dan *potassium oxalate* yang merupakan antiglikolisis. Digunakan untuk pemeriksaan glukosa (Keohane *et al*, 2016).

repository.unimus.ac.id

Gambar 2. BD *vacutainer tube*
Sumber : www.bd.com

Tabung dengan tutup lavender merupakan tabung yang umumnya digunakan dalam pemeriksaan hematologi. Tabung ini dilapisi Spray dried K_2EDTA atau K_3EDTA dalam bentuk cair. K_3EDTA berbentuk cairan dan akan mencairkan sampel sebanyak 1 – 2 %. Konsentrasi K_3EDTA dalam tabung vacutainer adalah 1,8 mg/ml darah. Penting untuk mencampur sampel 8 – 10 kali segera setelah pengambilan untuk memastikan semua antikoagulan tercampur dengan darah dalam tabung (www.bd.com).

Volume darah minimum dan maksimum yang dapat diterima harus ditetapkan pada masing – masing parameter, untuk memastikan bahwa hasil hematologi yang diperoleh akurat. Tabung vacutainer ini dirancang untuk mendapatkan volume darah yang tepat untuk rasio aditif (www.bd.com).

repository.unimus.ac.id

2.7 Penanganan Sampel

a. *Phlebotomy* dengan spuit

1. Menyiapkan tourniquet, kapas alkohol, kapas kering, spuit, tabung dan plester.
2. Posisi lengan pasien harus lurus,jangan membengkok siku, pilih lengan yang banyak melakukan aktifitas, letakan tangan diatas meja.
3. Melakukan perabaan (palmasi) pada lokasi vena yang akan ditusuk, pasien diminta untuk mengepalkan tangan.
4. Pasang tourniquet lebih kurang 3 jari diatas liat siku.
5. Lokasi vena yang akan ditusuk didesinfeksi dengan kapas alkohol 70 % dengan sekali usap.
6. Tusuk bagian vena tadi dengan lubang jarum menghadap keatas dengan kemiringan antara jarum dan kulit 15 derajat.
7. Setelah volume darah cukup, dilepaskan tourniquet dan pasien diminta membuka kepalan tanganya.
8. Lepaskan atau tarik jarum dan segera letakan kapas alkohol 70 % & diatas bekas suntikan untuk menekan bagian tersebut dan ditutup dengan plester atau hepavyx.
9. Memindahkan sampel darah dari dalam spuit ke tabung dengan cara melepaskan jarum lalu mengalirkan darah perlahan melalui dinding tabung.

repository.unimus.ac.id

10. Jika sampel harus diberi antikoagulan, maka segera mungkin darah dimasukan kedalam tabung dengan antikoagulan (EDTA,Citras) campur dengan membolak- balikan tabung beberapa kali (Anonim, 2004).

b. *Phlebotomy* dengan *vacuntainerneedle* (jarum vacutainer).

1. Menyiapkan tourniquet, kapasal kohol, kapas kering, jarum, holder, tabung dan plester/ hepavyx.
2. Memasang jarum pada holder dengan cara memasukan bagian jarum yang tertutup karet kedalam lubang holder lalu memutarnya searah jarum jam hingga kencang.
3. Meminta pasien untuk meletakan tanganya diatas meja, melakukan perabaan (palmasi) untuk mencari vena yang akan ditusuk.
4. Memsang tourniquet pada lengan leih kurang 3 jari diatas lipatan siku dan mendesinfeksi lokali vena yang akan ditusuk dengan kapas alcohol 70 % dengan sekali usap.
5. Menusukan jarum pada vena pasien dengan posisi lubang jarum menghadap keatas.
6. Memasukan tabung vacutainer kedalam holder dengan cara mendorongnya hingga tertancap pada jarum dan darah akan terhisap masuk kedalam tabung dan akan berhenti sendiri jika volume telah sesuai dengan kapasitas isi tabung.
7. Melepas torniquet lalu menarik tabung dari dalam holder dan menarik jarum dari vena, menutup vena yang ditusuk dengan kapas, ditekan dan ditutup dengan plester atau hepavyx (Anonim 2004).

repository.unimus.ac.id

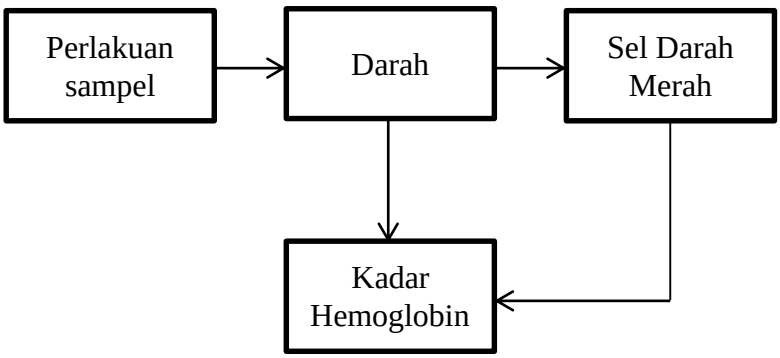
2.7.1 Faktor-faktor yang menyebabkan hemolisis secara in-vitro dan in-vivo.

In-vitro hemolisis :

1. Pengocokan atau pencampuran terlalu keras.
2. Terguncang-guncang selama pengiriman.
3. Pengambilan darah pada daerah yang hematoma.
4. Penarikan syringe plunger terlalu cepat.
5. Penggunaan jarum yang terlalu kecil
6. Penggunaan tabung yang terlalu besar untuk wing needle yang diameternya kecil.
7. Terjadi gelembung darah karena pemasangan jarum spuit kurang pas.
8. Pemindahan darah dari spuit ketabung dilakukan dengan tekanan (Muliaty, tanpa tahun).

In-vivo hemolisis disebabkan karena penyakit malaria, zat racun, bisa ular, anemia hemolitica.

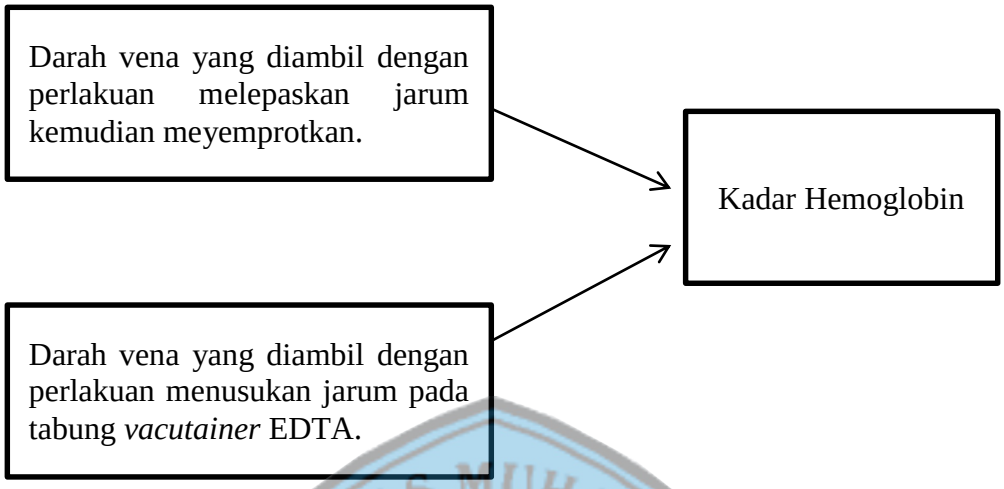
2.8 Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

repository.unimus.ac.id

2.9 Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

2.10 Hipotesis

Berdasarkan pemikiran yang terdapat dalam kerangka konsep, maka hipotesis penelitian adalah terdapat pengaruh perlakuan penanganan sampel darah terhadap kadar hemoglobin.

repository.unimus.ac.id