

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Darah

Sistem hematologi tersusun atas darah dan tempat darah diproduksi, termasuk sumsum tulang dan nodus limpa. Darah adalah organ khusus yang berbeda dengan organ yang lain karena berbentuk cairan. Dalam keadaan fisiologik, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai pembawa oksigen (*oxygen carrier*), mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi dan mekanisme hemostasis (Handayani, 2008).

Darah merupakan jaringan yang terdiri dari dua komponen, plasma dan sel darah (korpuskuli). Plasma merupakan komponen intraseluler yang berbentuk cair dan berjumlah sekitar 55% dari volume darah, sedangkan sel darah merupakan komponen padat yang terdapat di dalam plasma darah yang terdiri dari sel eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (bekuan darah) dengan jumlah 45% dari volume darah (Evelyn C, 2009).

Darah arteri berwarna merah terang, itu menandakan bahwa darah teroksigenasi dengan baik. Sementara darah vena berwarna gelap karena kurang teroksigenasi. Darah mengalir 4-5 kali lebih lambat dibanding air karena darah 4-5 kali lebih kental dari pada air. Berat jenis darah bervariasi berkisar antara 1,054-1,065, suhu darah adalah 38° celcius dan pHnya adalah 7,38. Volume darah dalam tubuh berkisar 8% dari berat badan, rata-rata mendekati 5-6 liter (Syarifuddin, 2011).

### 2.1.1. Plasma Darah

Plasma darah termasuk dalam kesatuan cairan ekstra seluler, dengan volumenya kira-kira 5% dari berat badan. Susunan plasma terdiri dari 91,0% air, 8,0% protein (albumin, globulin, protombin dan fibrinogen), mineral 0,9% (kalsium, fosfor, magnesium, besi dan lainnya) dan 0,1% diisi oleh sejumlah bahan organik seperti glukosa, lemak, urea, asam urat, kreatinin, kolesterol dan asam amino. Plasma darah juga berisi hormon-hormon, enzim dan antibodi (Pearce, 2009).

Protein dalam plasma darah terdiri atas :

- a. *Antihemofilik*, berguna mencegah anemia.
- b. *Tromboplastin*, berguna dalam proses pembekuan darah.
- c. *Protombin*, mempunyai peranan penting dalam pembekuan darah.
- d. *Fibrinogen*, mempunyai peranan penting dalam pembekuan darah.
- e. *Fibrinogen*, mempunyai peranan penting dalam pembekuan darah.
- f. *Albumin*, berguna dalam pemeliharaan tekanan osmosis darah.
- g. *Gammaglobulin*, berguna dalam senyawa antibodi yaitu mengangkut metabolisme dari jaringan ke alat-alat pengeluaran, mengangkut energi panas dari tempat aktif ke tempat yang tidak aktif untuk menjaga suhu tubuh, mengedarkan air, hormon dan enzim ke seluruh tubuh, melawan infeksi dengan antibodi dan leukosit (Irianto, 2013).

Plasma darah diperoleh dengan cara mensentrifugasi darah, sehingga plasma darah akan terpisah dari sel darah. Plasma darah akan berada dibagian atas (Handayani & Hariwibowo, 2008).

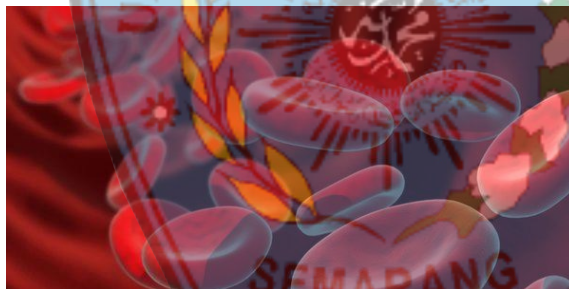
### 2.1.2. Korpuskili (sel darah)

Korpuskili adalah butiran-butiran darah yang di dalamnya terdiri atas:

- a. Sel darah merah atau eritrosit (sekitar 99%)
- b. Sel darah putih atau leukosit (0,2%)
- c. Keping-keping darah atau trombosit (0,6-1,0%)

### 2.2 Eritrosit

Eritrosit atau Sel darah merah adalah sel yang memiliki fungsi khusus mengangkut oksigen ke jaringan-jaringan tubuh dan membantu pembuangan karbon dioksida dan proton yang dihasilkan oleh metabolisme jaringan tubuh. Masa hidup eritrosit ialah 120 hari sejak dibentuk di jaringan hematopoietik (Kiswari R, 2014).



Gambar 1. Sel Darah Merah dalam aliran darah

Pembentukannya diatur oleh eritropoietin, suatu hormon yang di sintesis di ginjal, kemudian keluar ke aliran darah menuju sumsum tulang sebagai respons terhadap adanya hypoxia jaringan. Dalam sumsum tulang selanjutnya terjadi mobilisasi sel stem multipoten. Dalam perkembangannya sel stem multipoten ini akan membentuk progenitor myeloid yang kemudian akan menghasilkan calon sel darah merah dan trombosit serta granulosit dan monosit. Semua proses ini

berlangsung di sumsum tulang sebelum akhirnya lepas ke sirkulasi darah perifer dalam bentuk sel dewasa yang telah masak (Sofro M, 2012).

Eritrosit tidak memiliki inti sel, tetapi mengandung beberapa organel dalam sitoplasmanya. Sebagian besar sitoplasma eritrosit berisi hemoglobin yang mengandung zat besi (Fe) sehingga dapat mengikat oksigen. Eritrosit berbentuk bikonkaf, berdiameter 7-8  $\mu\text{m}$ . Bentuk bikonkaf tersebut menyebabkan eritrosit bersifat fleksibel sehingga dapat melewati lumen pembuluh darah yang sangat kecil dengan lebih baik. Melalui mikroskop, eritrosit tampak bulat, berwarna merah, dan di bagian tengahnya tampak lebih pucat, disebut dengan *central pallor* yang diameternya kira-kira sepertiga dari keseluruhan diameter eritrosit. Jumlah eritrosit paling banyak dibandingkan sel-sel darah lainnya. Dalam satu mililiter darah, terdapat 4,5-6 juta eritrosit, itu sebabnya darah berwarna merah (Kiswari R, 2014).

### **2.2.1. Fungsi eritrosit**

Fungsi utama eritrosit adalah melindungi hemoglobin yang terkandung di dalamnya, hemoglobin inilah yang berfungsi sebagai alat transportasi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan dan sel tubuh dengan tujuan membantu proses metabolisme (Hubbard, 2013).

### **2.2.2. Nilai normal eritrosit**

Nilai normal eritrosit diklasifikasikan menurut umur dan jenis kelamin. Dewasa laki-laki berkisar 4,5 juta – 5,5 juta sel/ $\text{mm}^3$ , dewasa perempuan berkisar antara 3,8 juta – 4,8 juta sel/ $\text{mm}^3$ , anak-anak berumur 1 tahun berkisar 3,9 juta – 5,1 juta sel/ $\text{mm}^3$ , anak-anak berumur 2-12 tahun berkisar 4,0 juta – 5,2 juta

sel/mm<sup>3</sup>, dan bayi yang baru lahir berkisar 5,0 juta – 7,0 juta sel/mm<sup>3</sup> (Dacie dan Lewis, 2012).

### 2.2.3. Kelainan Eritrosit

#### a. Kelainan jumlah

Kelainan jumlah eritrosit berkaitan dengan kelainan hematologi anemia dan polisitemia. Dimana penentuan dari kelainan ini ditunjang oleh kadar hemoglobin dan nilai hematokrit. Apabila terjadi penurunan dibawah normal kadar hemoglobin, hitung eritrosit dan hematokrit maka keadaan ini disebut anemia. Sebaliknya jika terjadi peningkatan kadar hemoglobin diatas normal, hitung eritrosit dan hematokrit maka keadaan ini disebut polisitemia.

#### b. Kelainan morfologi

Kelainan morfologi terdiri dari variasi ukuran, distribusi hemoglobin, variasi bentuk, badan inklusi dan distribusi eritrosit. Informasi diagnostik dari kelainan morfologi ini dapat dilihat dan diketahui melalui pemeriksaan eritrosit pada sediaan apusan darah tepi yang diwarnai dengan pewarnaan wright-giemsa. Macam-macam kelainan morfologi eritrosit:

##### 1. Kelainan ukuran eritrosit (anisositosis)

Kelainan ukuran eritrosit meliputi makrositik dan mikrositik. Makrositik adalah kelainan ukuran eritrosit yang lebih besar dari ukuran normalnya (>8 mikron), sedangkan mikrositik adalah kelainan ukuran eritrosit yang lebih kecil dari ukuran normalnya (<7 mikron) (E.H, Kosasih & A.S.Kosasih, 2008).

##### 2. Kelainan bentuk eritrosit (poikilositosis)

- a) Sel lonjong adalah kelainan bentuk eritrosit sehingga bentuknya menjadi lonjong
- b) *Achantosit* adalah kelainan bentuk eritrosit sehingga eritrosit mempunyai tonjolan-tonjolan tidak beraturan seperti duri, hal ini disebabkan oleh metabolisme fosfolipid dari membran eritrosit.
- c) *Tear Drop Cell* adalah kelainan bentuk eritrosit sehingga bentuknya seperti tetes air.
- d) *Pear Shape Cell* adalah kelainan bentuk eritrosit sehingga bentuknya seperti buah pear.
- e) *Stomatosit* adalah kelainan bentuk eritrosit pada bagian central palor eritrosit yang berbentuk seperti mulut atau biasa dikenali bentuknya seperti topi meksiko.
- f) *Anulosit* adalah kelainan bentuk eritrosit pada bagian central palor eritrosit yang terlalu lebar.
- g) *Sferosit* adalah kelainan bentuk eritrosit dimana eritrosit tidak berbentuk bikonkaf tetapi bentuknya sferik/cembung dengan tebal 3 mikron atau lebih sehingga terlihat berwarna lebih gelap (hiperkromik).
- h) *Sickle Cell* / Sel sabit adalah kelainan bentuk eritrosit sehingga eritrosit berbentuk seperti bulan sabit/arit.
- i) Sel burr adalah kelainan bentuk eritrosit yang kecil atau fragmentosit yang memiliki tonjolan-tonjolan tumpul besar-besar pada permukaan eritrosit (E.H.Kosasih & A.S.Kosasih, 2008)

### 3. Kelainan Warna Eritrosit

Kelainan warna eritrosit meliputi hipokromik dan hiperkromik. Hipokromik adalah kelainan warna eritrosit dimana eritrosit berwarna lebih pucat akibat konsentrasi Hb yang kurang dari normal. Sedangkan hiperkromik adalah kelainan warna eritrosit dimana eritrosit berwarna lebih gelap akibat penebalan membran eritrosit (E.H.Kosasih & A.S.Kosasih, 2008).

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kualitas morfologi eritrosit adalah anemia, kesalahan dalam perlakuan dan persiapan sampel (faktor teknis) saat pemeriksaan seperti hemolisis, penggunaan antikoagulan, pembuatan apusan, pengecatan, dan zona pembacaan sediaan apus darah tepi (E.H.Kosasih & A.S.Kosasih, 2008)

### **2.3 Antikoagulan**

Antikoagulan adalah bahan yang digunakan untuk mencegah pembekuan darah. Menurut gandasoebrata (2010), beberapa jenis antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan hematologi ialah: Trisodium citrate, E.D.T.A (Ethylendiamine Tetraacetic Acid), Double oxalat, Na-citrat, Dextrosa, Heparin

#### **2.3.1. Trisodium Citrate (*Citras Natricus*)**

Antikogulan ini digunakan dalam bentuk 3,8% dapat dipakai untuk penentuan laju endap darah (LED) metode *Westgren* dalam perbandingan 4 volume darah dan 1 volume antikoagulan.

#### **2.3.2. E.D.T.A (Ethylendiamine Tetraacetic Acid)**

EDTA yang dipakai ialah garam kaliumnya (dipotassium ethylenediamine tetracete, dipotassium versentate EDTAP atau versene) dan garam natriumnya (sequestrene Na<sub>2</sub>). Garam-garam itu mengubah ion kalsium

dari darah menjadi senyawa kompleks. EDTA tidak berpengaruh terhadap besar dan bentuknya eritrosit dan tidak terhadap bentuk leukosit. Selain itu EDTA mencegah trombosit bergumpal, karena itu EDTA sangat baik dipakai sebagai antikoagulan pada hitung eritrosit. Tiap 1 mg EDTA mencegah membekunya 1 ml darah. EDTA sering dipakai dalam bentuk larutan 10%. Hindari pemakaian EDTA dalam jumlah berlebihan, bila dipakai EDTA lebih dari 2 mg per ml darah maka nilai hematokrit menjadi lebih rendah dari yang sebenarnya. EDTA sering dipakai dalam bentuk larutan 10%. Apabila ingin menghindari terjadinya pengenceran darah, zat kering pun boleh dipakai dengan cara menggoncangkan wadah berisi darah dan EDTA selama 1-2 menit karena EDTA kering lambat melarut.

Menurut *National Committee for Clinical Laboratory Standards* (NCLLS) menetapkan perbandingan 1 mg EDTA untuk 1 ml darah, jika EDTA dibuat dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 10% maka diperoleh perbandingan sebagai berikut:

|                |   |                         |             |
|----------------|---|-------------------------|-------------|
| 10 gram EDTA   | / | 100 mL aquades          | -> EDTA 10% |
| 10.000 mg EDTA | / | 100.000 $\mu$ L aquades | -> EDTA 10% |
| 1 mg EDTA      | / | 10 $\mu$ L aquades      | -> EDTA 10% |

Darah EDTA dapat dipakai untuk beberapa macam pemeriksaan hematologi, seperti penetapan kadar hemoglobin, hitung jumlah leukosit, eritrosit, retikulosit, penetapan nilai laju endap darah. Pemeriksaan dengan memakai darah EDTA sebaiknya dilakukan segera, hanya kalau perlu boleh disimpan dalam lemari es suhu 4° C (Goby, B. 2012).

### 2.3.3. Double Oxalat

Double oxalat adalah antikoagulan campuran antara ammonium oxalat dan kalium oxalat. Ammonium oxalat dapat menyebabkan eritrosit menjadi bengkak, sedangkan kalium oxalat dapat menyebabkan eritrosit menjadi mengerut, oleh sebab itu dibuatlah *double oxalat* sehingga tidak berpengaruh pada eritrosit dengan perbandingan 3:2 untuk ammonium oxalat dan kalium oxalat. Kekurangan dari double oxalat adalah dapat mempengaruhi morfologi sel apabila perbandingannya tidak tepat dan juga jarang digunakan untuk praktikum sehari-hari (Gandasoebrata, 2007).

Dapat dipakai untuk bermacam-macam pemeriksaan, seperti penetapan kadar hemoglobin, menghitung jumlah leukosit, eritrosit, penetapan laju endap darah menurut *Wintrobe*, nilai hematokrit, dll.

### 2.3.4. Natrium Sitrat dalam larutan 3,8%

Natrium sitrat bersifat mudah larut dalam air terutama air mendidih namun tidak dapat larut dalam etanol 95%. Natrium sitrat dalam darah akan mengikat ion kalsium menjadi kompleks kalsium sitrat. Natrium sitrat yang digunakan dalam bentuk larutan dengan konsentrasi 3,8% yang digunakan untuk pemeriksaan proses pembekuan darah (koagulasi) dan agregasi trombosit menggunakan perbandingan volume 1:9 antikoagulan dan darah. Natrium sitrat 3,8% merupakan larutan yang isotonis sehingga jika ditambahkan dalam darah tidak mempengaruhi fisiologis dari sel darah (Gandasoebrata, 2007). Kelemahan dari Natrium sitrat adalah dapat menyebabkan perubahan dan penyusutan

eritrosit sehingga dapat mempengaruhi nilai indeks eritrosit (Majeed & Salih, 2007).

### 2.3.5. Dextrosa 5%

Dextrosa dengan nama kimia D- glukosa monohidrat. Biasanya didapat dari hidrolisis pati dan bentuk kristal tak berwarna atau bubuk kristal atau granular putih. Nama generiknya adalah Dextrose, dengan komposisi glukosa *anhydrous* dalam air untuk injeksi. Larutan dijaga pada pH antara 3,5 sampai 6,5 dengan Natrium bikarbonat. Larutan dextrose 5% bersifat iso-osmosis dengan darah. larutan dextrosa 5% merupakan larutan isotonik. Larutan isotonik merupakan suatu cairan/ larutan yang memiliki osmolalitas sama atau mendekati osmolalitas plasma. Cairan isotonik digunakan untuk mengganti volume ekstrasel, satu liter cairan isotonik akan menambah CES (Cairan Extra Sel) 1 liter. Tiga liter cairan isotonik diperlukan untuk mengganti 1 liter darah yang hilang. Dextrosa 5% juga digunakan sebagai cairan resusitasi pada terapi intravena serta untuk keperluan hidrasi selama dan sesudah operasi. Dextrosa 5% diberikan pada keadaan oliguria ringan sampai sedang ( kadar kreatinin kurang dari 25 mg/100 ml).

Larutan Dextrosa 5% juga merupakan larutan nutrisi (Nutrient Solution), berisi karbohidrat (dekstrosa, glukosa, levulosa) dan air. Air untuk menyuplai kebutuhan air, sedangkan karbohidrat untuk kebutuhan kalori dan energi. Larutan ini diindikasikan untuk pencegahan dehidrasi dan ketosis (Gandasoebrata, 2010).

### 2.3.6. Heparin

Heparin adalah antikoagulan yang berdaya seperti antitrombin dan tidak berpengaruh terhadap sel darah. Heparin dapat digunakan dalam bentuk larutan

maupun dalam bentuk kering. Kelebihan dari heparin adalah tiap 1 mg dapat mencegah pembekuan sebanyak 10 mL darah. Kekurangan heparin adalah antikoagulan ini jarang digunakan dalam praktek keseharian karena harganya yang mahal (Gandasoebrata. 2007).

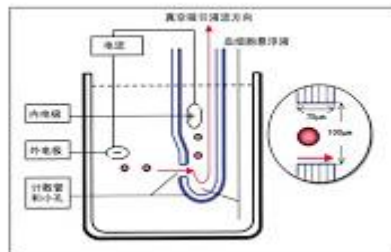
#### **2.4. Hematology Analyzer**

Perkembangan teknologi di bidang hematologi telah menciptakan alat hitung sel darah otomatis yang sangat membantu pemeriksaan rutin. Hematology analyzer adalah unit tunggal yang meliputi suatu penganalisis specimen yang berisi perangkat keras untuk aspirasi, dilusi dan menganalisa setiap specimen darah secara keseluruhan serta bagian modul data yang meliputi computer, monitor, keyboard, printer dan disk drives. Hematology analyzer mampu menghemat waktu pemeriksaan, ketepatan hasil dan ketelitian yang baik, reproduksibilitas yang tinggi sehingga beban kerja menjadi lebih efisien, diagnosis lebih cepat dan pengobatan juga akan tepat. Namun cara manual tetap tidak dapat ditinggalkan sepenuhnya karena pada keadaan tertentu cara manual masih merupakan metode rujukan.

Kalibrasi juga harus dilakukan pada instrument, metoda pemeriksaan dan reagen. Proses kalibrasi harus dikerjakan secara simultan dalam satu kesatuan and kondisi juga dilakkan pengecekan terhadap arus listrik, pembuangan limbah dan tanggal kadaluarsa reagen.

Metode kerja hematology analyzer meliputi;

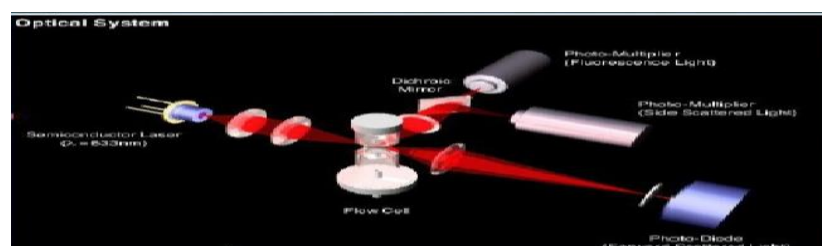
### 1. Impedansi atau konduktometri impedansi atau konduktometri



Gambar 2. Prinsip impedance methode

Dalam metode elektrik konduksi, menggunakan prinsip konuktivitas yang trjadi pada setiap sel yang melewati sebuah lubang sel pada oriffce (ruang perhitungan). Teknik ini sangat berguna untuk menentukan jumlah dan ukuran partikel yang terlarut dalam larutan elektrik konduksi. Prinsip pengukurannya bahwa darah adalah kondduktor yang baik dan pelarut yang digunakan adalah konduktor yang baik. Metode ini menggunakan dua electrode yang satu diletakan daam oriffce dan yang lainnya diletakan dibagian luar. Diantara kedua electrode tersebut (terbuat dari platinum) dialirkan arus listrik konstan. Perhitungan sel terjadi saat sel-sel darah dialirkan melewati lubang bersama mengalirnya larutan (reagen). Pada saat tidak ada sel yang melewati lubang office maka resistensi akan menjaddi besar, maka pulsa tegangan akan terbentuk dengan besar.

### 2. Flow cytometri



Gambar 3. Prinsip Flow cytometri method

Metode flow cytometri terus berkembang dengan perkembangan elektronik, computer dan reagen, termasuk digunakannya monoclonal antibody. Pengukuran dengan flow cytometri menggunakan label fluoresensi, selain mengukur jumlah dan ukuran sel, juga dapat mendeteksi pertanda permukaan sel (CD=Cluster of Differentiation), granula intraseluler, struktur intrasitoplasmik dan inti sel. Prinsip pengukuran dari sel-sel sampel masuk kedalam 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 (Imazu M, 2007).

## **2.5 Darah Vena**

Pembuluh darah vena adalah pembuluh darah yang membawa darah rendah oksigen (teroksigenasi atau miskin oksigen) kecuali pada vena paru, yang membawa darah beroksigen dari paru-paru kembali ke jantung. Pembuluh darah vena merupakan kebalikan dari pembuluh darah arteri yaitu berfungsi membawa darah kembali ke jantung. Katup pada vena terdapat di sepanjang pembuluh darah. Katup tersebut berfungsi untuk mencegah darah tidak kembali lagi ke sel atau jaringan (Syarifuddin, 2009).

### **2.5.1 Fungsi pembuluh darah vena**

Pembuluh darah vena berfungsi sebagai jalur transportasi darah balik dari jaringan untuk kembali ke jantung. Oleh karena tekanan darah sistem vena rendah maka dinding vena yang tipis namun berotot ini memungkinkan vena berkontraksi sehingga mempunyai kemampuan untuk menyimpan dan menampung darah sesuai kebutuhan tubuh.

Tekanan darah di venayang rendah menyebabkan ketidakmampuan dalam melawan gaya gravitasi. Pencegahan adanya arus balik, secara fisiologis vena mempunyai katup mencegah *backflow* (arus balik) darah kembali ke kapiler (Muttaqin A, 2009).

### 2.5.2 Struktur Pembuluh Darah Vena

Pembuluh darah vena terdiri atas 3 lapis yaitu:

- a. Tunika adventisia adalah lapisan luar yang terdiri atas jaringan ikat yang fibrus dimana fungsinya sebagai pelindung.
- b. Tunika media adalah lapisan tengah yang berotot, lebih tipis, kurang kuat, kurang elastis daripada pembuluh darah arteri yang berfungsi untuk memberi tekanan terhadap darah.
- c. Tunika intima adalah lapisan dalam yang terbentuk oleh endothelium dan sangat licin. Tunika intima di pembuluh darah vena terdapat katup yang berbentuk lipatan setengah bulan yang terbuat dari lapisan endothelium dan diperkuat oleh sedikit jaringan fibrus (Pearce, 2009).

## 2.6 Pengaruh Bahan Pemeriksaan, Alat, Reagen, Dan Pemeriksa Terhadap Hasil Pemeriksaan Jumlah Eritrosit

### 2.6.1 Bahan Pemeriksaan

Pemeriksaan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit dapat menggunakan darah vena maupun kapiler. Pemeriksaan dengan darah kapiler memberikan hasil lebih rendah dibandingkan darah vena. Pemeriksaan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit pada sampel darah kapiler menggunakan alat otomatis memerlukan sampel darah kapiler sebanyak 180 µl.

### 2.6.2 Alat

Alat pemeriksaan yang tidak dilakukan perawatan secara rutin dan kalibrasi secara teratur akan sangat mempengaruhi hasil pemeriksaan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit menjadi lebih tinggi atau menjadi rendah.

Perawatan alat secara rutin perlu dilakukan dengan melakukan perawatan harian yakni *auto clean* untuk menghilangkan kotoran, membersihkan jarum *closed sampler*, perawatan mingguan dengan membersihkan *shear valve*, mengganti selang pompa peristaltik aspirasi; perawatan bulanan membersihkan *fan-filter*, membersihkan *syringe*; dan melakukan kalibrasi dengan menggunakan kalibrator komersial atau sampel darah segar. Kalibrasi hendaknya diperiksa secara teratur dengan menggunakan program pemantapan mutu yang biasa dilakukan setiap laboratorium, sesuai dengan persyaratan laboratorium yang baik, terverifikasi menyangkut *quality control* harian pada setiap *shift* dan juga pada setiap perubahan nomor lot reagen.

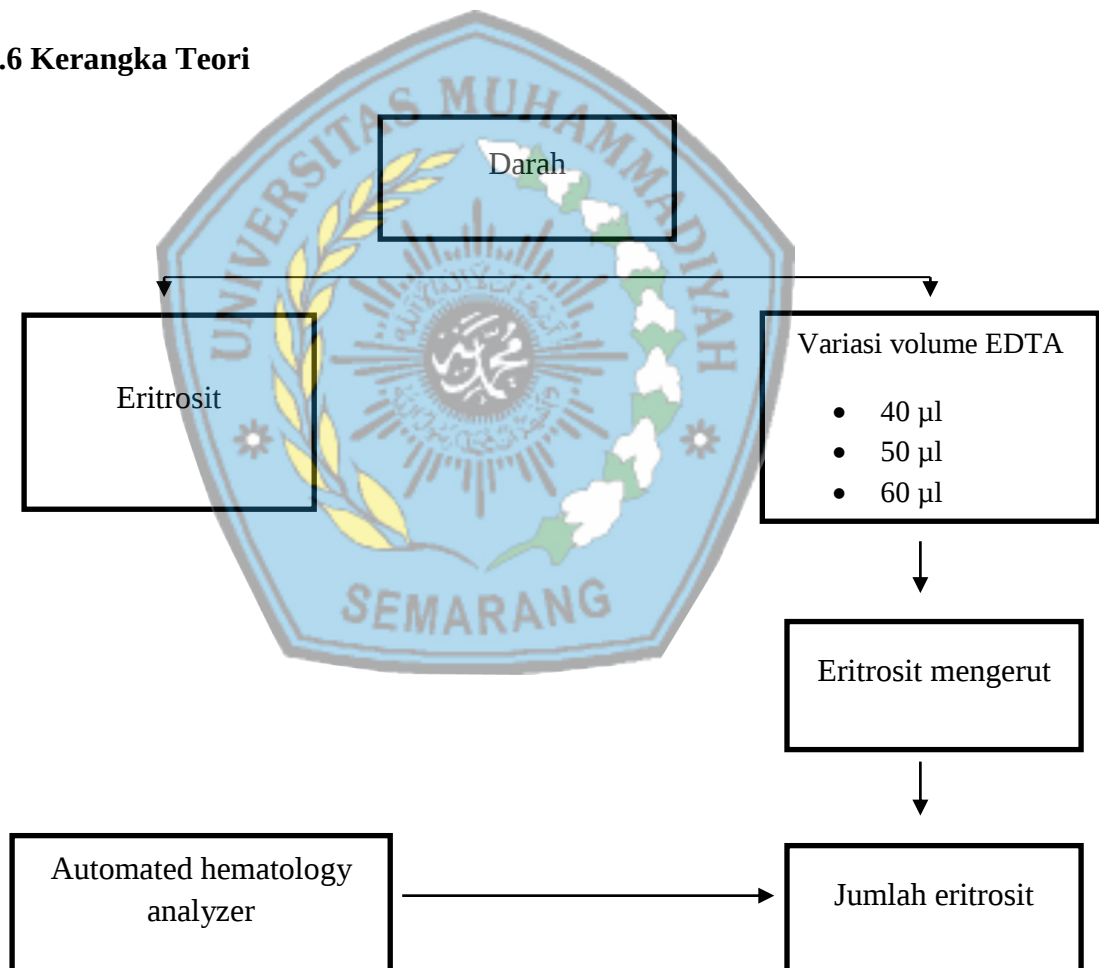
### 2.6.3 Reagen

Reagen harus diperlakukan sesuai aturan yang telah diberikan pabrik produksi termasuk cara penyimpanan, penggunaan, dan *expired* nya. Pemakaian reagen yang sudah rusak karena telah *expired* maupun salah dalam suhu penyimpanan akan menyebabkan penurunan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit. Hal ini dapat diatasi dengan penyimpanan reagen pada suhu dan penggunaan reagen sebelum *expired* yang telah ditentukan oleh pabrik.

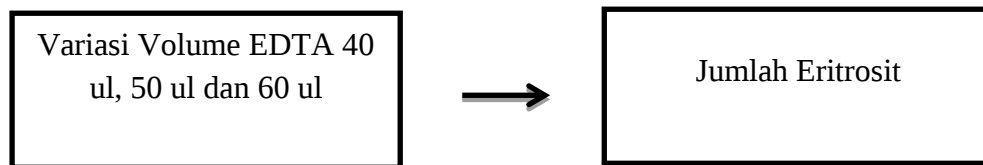
### 2.6.4 Pemeriksa

Faktor pemeriksa juga dapat berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit. Hal ini akan terjadi apabila sampel tidak dicampur/dikocok dengan benar sebelum dilakukan pembacaan pada alat atau pada saat sampel dihisap oleh penghisap sampel tidak sampai pada dasar tabung sampel, maka hasil pemeriksaan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit menjadi rendah.

### 2.6 Kerangka Teori



## 2.7 Kerangka Konsep



## 2.8 Hipotesis Penelitian:

Ada pengaruh terhadap hasil pemeriksaan jumlah eritrosit dengan variasi volume EDTA 10% dengan variasi volume 40  $\mu$ l , 50  $\mu$ l , dan 60  $\mu$ l.

