

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Darah

Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri. Istilah medis yang berkaitan dengan darah diawali dengan kata hemo- atau hemato- yang berasal dari bahasa Yunani yang berarti darah (Wahyu P, 2009). Darah merupakan jaringan yang terdiri dari dua komponen, plasma dan sel darah. 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 dengan jumlah 45% dari volume darah (Evelyn C, 2006). Komponen padat atau sering disebut korpuskula ini terdiri dari :

1. Sel darah merah atau eritrosit (99%)

Eritrosit mengandung hemoglobin dan berperan dalam mengedarkan oksigen.

2. Keping darah atau trombosit (0,6-1,0%)

Trombosit bertanggung jawab dalam proses pembekuan darah

3. Sel darah putih atau leukosit (0,2%)

Lekosit berperan penting dalam sistem imun dan mempunyai tugas untuk memusnahkan benda asing yang dianggap berbahaya.

Fungsi darah di dalam metabolisme tubuh antara lain transportasi (sari makanan, oksigen, karbondioksida, sampah dan air), termoregulasi (pengatur suhu tubuh), imunologi (pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri), homeostasis (mengatur keseimbangan zat, pengatur pH tubuh) (Seri edukasi Prodia, 2010).

Pemeriksaan laboratorium hematologi merupakan pemeriksaan cairan darah yang berhubungan dengan sel - sel darah dan biokimiawi yang berhubungan dengan sel darah. Pemeriksaan darah (hematologi) meliputi pemeriksaan darah rutin, pemeriksaan darah lengkap, pemeriksaan darah khusus dan faal hemostasis.

2.2. Antikoagulan EDTA

Darah merupakan cairan di dalam tubuh dan beredar dalam pembuluh darah yang berfungsi sebagai transport berbagai material dan menjalankan fungsi hemostasis (Sadikin MH, 2002).

Antikoagulan digunakan untuk mencegah terjadinya penjendalan darah, sehingga darah tetap dalam kondisi cair. Ada berbagai jenis antikoagulan yang digunakan dalam pemeriksaan hematologi, diantaranya EDTA (Ethylen Diamine Tetra Acetic Acid). EDTA digunakan dalam beberapa macam pemeriksaan hematologi seperti penetapan kadar hemoglobin, hitung jumlah lekosit, eritrosit, trombosit, retikulosit, hematokrit, dan penetapan Laju endap darah (Gandasoebrata, 2001) .

EDTA umumnya tersedia dalam bentuk garam Natrium atau Kalium, mencegah koagulasi dengan cara mengikat atau mengkhelasi kalsium (Ca_{2+}) dalam darah. EDTA memiliki keunggulan dibanding dengan antikoagulan yg lain, yaitu tidak mempengaruhi sel - sel darah, sehingga ideal untuk kebanyakan pengujian hematologi seperti penentuan kadar hemoglobin, penentuan hematokrit, hitung sel darah, penentuan laju endap darah (LED), pembuatan hapusan darah dan penentuan golongan darah.

Mekanisme kerja EDTA adalah dengan menghambat kerja aktivator pada pembekuan darah. Proses pembekuan darah diperlukan Ca_{2+} untuk mengaktivasi kerja protrombin menjadi trombin. Ca_{2+} diperlukan kembali pada proses aktivasi fibrin lunak menjadi fibrin dengan gumpalan keras. EDTA disini berfungsi sebagai chelating agent yang dapat mengikat ion Ca_{2+} yang bebas dalam darah sehingga tidak dapat berperan aktif dalam proses selanjutnya (Riswanto, 2010).

Dalam pemakaiannya, EDTA digunakan dalam bentuk garam yaitu Natrium (Na_2EDTA) atau Kalium ($\text{K}_2\text{EDTA}/\text{K}_3\text{EDTA}$). Semua garam EDTA bersifat hiperosmolar yang dapat menyebabkan eritrosit mengkerut. Na_2EDTA dan K_2EDTA bersifat lebih asam dibandingkan K_3EDTA . Penggunaan antikoagulan K_3EDTA menunjukkan stabilitas yang lebih baik dari garam EDTA lain karena darah dengan antikoagulan ini menunjukkan pH yang mendekati pH darah (Wirawan R, 2002).

Pemeriksaan dengan memakai darah EDTA sebaiknya dilakukan segera, namun jika terjadi penundaan, dapat disimpan dalam lemari es (4°C) selama 24

jam. Pada umumnya darah EDTA dapat disimpan selama 24 jam pada suhu 4°C tanpa ada penyimpangan bermakna, kecuali untuk jumlah trombosit dan nilai hematokrit (Gandasoebrata, 2001).

Dosis pemakaian antikoagulan EDTA kering yaitu 1-1,5 mg/ml darah, sedangkan untuk EDTA cair yaitu 10 ul/1 ml darah (Wirawan R dan Silman E, 1992). Pemberian antikoagulan EDTA kurang dari yang dibutuhkan menyebabkan nilai LED meningkat akibat kadar fibrinogen lebih cepat membentuk rouleaux dan mengakibatkan sedimentasi lebih cepat (Ma'rufah, 2011).

2.3. Tabung Vacutainer

Vacutainer adalah tabung reaksi hampa udara yang terbuat dari kaca atau plastik, apabila dilekatkan pada jarum, darah akan mengalir masuk ke dalam tabung dan berhenti mengalir ketika sejumlah volume tertentu telah tercapai. Tabung vacutainer yang berisi antikoagulan K3EDTA telah direkomendasi oleh NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standard) untuk pemeriksaan hematologi, karena mempunyai stabilitas yang lebih baik dari EDTA lain dan mempunyai pH mendekati pH darah. Tabung ini pertama kali diciptakan oleh Joseph Kleiner pada tahun 1947, kemudian diproduksi secara masal oleh perusahaan Becton Dickinson (Anonim, 2009).

Warna tutup tabung vacutainer digunakan untuk membedakan jenis antikoagulan dan kegunaannya dalam pemeriksaan laboratorium terdiri dari:

1. Tabung tutup merah, tanpa penambahan zat additive, darah akan menjadi beku dan serum dipisahkan dengan pemusingan. Umumnya

digunakan untuk pemeriksaan kimia darah, imunologi, serologi dan bank darah (crossmatching test)

2. Tabung tutup kuning, berisi gel separator (serum separator tube/SST) yang fungsinya memisahkan serum dan sel darah. Umumnya digunakan untuk pemeriksaan kimia darah, imunologi dan serologi

3. Tabung tutup hijau terang, berisi gel separator (plasma separator tube/PST) dengan antikoagulan lithium heparin. Umumnya digunakan untuk pemeriksaan kimia darah.

4. Tabung tutup ungu atau lavender, berisi EDTA. Umumnya digunakan untuk pemeriksaan darah lengkap dan bank darah (crossmatch)

5. Tabung tutup biru, berisi natrium sitrat. Umumnya digunakan untuk pemeriksaan koagulasi (mis. PPT, APTT)

6. Tabung tutup hijau, berisi natrium atau lithium heparin, umumnya digunakan untuk pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit, kimia darah.

7. Tabung tutup biru gelap, berisi EDTA yang bebas logam, umumnya digunakan untuk pemeriksaan trace element (zink, copper, mercury) dan toksikologi.

8. Tabung tutup abu-abu terang, berisi natrium fluoride dan kalium oksalat, digunakan untuk pemeriksaan glukosa.

9. Tabung tutup hitam, berisi bufer sodium sitrat, digunakan untuk pemeriksaan LED (ESR).

10. Tabung tutup pink, berisi potassium EDTA, digunakan untuk pemeriksaan imunohematologi

11. Tabung tutup putih, berisi potassium EDTA, digunakan untuk pemeriksaan molekuler/PCR dan bDNA.

12. Tabung tutup kuning dengan warna hitam di bagian atas, berisi media biakan, digunakan untuk pemeriksaan mikrobiologi - aerob, anaerob dan jamur (Riswanto, 2009).

Penggunaan vacutainer lebih menguntungkan karena tidak perlu membagi sampel darah ke dalam beberapa tabung, cukup dengan sekali penusukan dapat digunakan untuk beberapa tabung secara bergantian sesuai jenis pemeriksaan yang akan dilakukan.

Vacutainer EDTA digunakan untuk pengujian parameter dalam hematologi. Permukaan Tabung bagian dalam tabung dilapisi Spray Dried K₂EDTA (dipotassium ethylenediaminetetraacetic acid) atau K₃EDTA (tripotassium ethylene diamine tetra acetic acid). Tabung vacutainer K₃EDTA menunjukkan secara substansial setara dengan kinerja tabung vacutainer K₂EDTA dan tidak ada perbedaan yang signifikan secara klinis antara keduanya. Semua garam EDTA adalah hiperosmolar, yang menyebabkan air meninggalkan sel dan menyebabkan penyusutan sel. Semakin tinggi konsentrasi EDTA, semakin besar penarikan osmotik air dari sel, maka harus dipastikan bahwa tabung diisi sepenuhnya. Selain itu, pengisian tabung yang kurang, juga menyebabkan rasio darah dan bahan aditif menurun, mengakibatkan penyusutan sel, pengurangan Mean Corpuscular Volume, dan meningkatkan Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration. Tabung K₃EDTA mungkin sedikit lebih terpengaruh, karena konsentrasi ion kalium yang lebih tinggi (Anonim, 2012).



Gambar 2.1. Gambar tabung *vacuntainer* (Sumber: Nurmastoeti, 2015)

2.4. Laju Endap Darah

2.4.1 Definisi Laju Endap Darah

Laju endap darah (LED) adalah kecepatan sedimentasi eritrosit (dalam darah yang telah diberi antikoagulan) ke dasar tabung vertikal dalam waktu tertentu dan dinyatakan dalam satuan mm/jam. Laju endap darah (LED) disebut juga : kecepatan endap darah (KED), laju sedimentasi eritrosit (*erithrocyte sedimentation rate*)/ESR, *blood bezenking snelbeia* (BBS), *blood sedimentation* (BS), *blood sedimentation rate* (BSR), *blood sedimentation erythrocyte* (BSE). Darah normal mempunyai LED relatif kecil karena pengendapan eritrosit akibat tarikan gravitasi diimbangi oleh tekanan ke atas akibat perpindahan. Bila viskositas plasma tinggi atau kadar kolesterol meningkat tekanan keatas mungkin dapat menetralisasi tarikan ke bawah terhadap setiap sel atau gumpalan sel. Sebaliknya setiap keadaan yang meningkatkan penggumpalan atau perletakan satu dengan yang lain akan meningkatkan LED (Riswanto, 2013).

Laju endap darah menggambarkan komposisi plasma dan perbandingan antara eritrosit dan plasma. Darah dengan antikoagulan yang dimasukkan dalam

tabung lalu diletakkan secara tegak lurus akan menunjukkan kecepatan pengendapan eritrosit yang disebut dengan laju endap darah. Nilainya pada keadaan normal relatif lebih kecil karena pengendapan eritrosit yang disebabkan gravitasi diimbangi oleh tekanan keatas dari plasma. Rata rata kedua parameter laju endap darah baik 1 jam maupun 2 jam melebihi nilai normal laju endap darah untuk laki-laki yaitu 10 mm/jam. Laju endap darah yang tinggi menjadi indikasi adanya peradangan di dalam tubuh seseorang (Oktavia, dkk, 2016) .

Laju endap darah (LED) disebut juga adalah kecepatan pengendapan sel-sel eritrosit di dalam tabung berisi darah yang telah diberi antikoagulan dalam waktu satu jam. Peningkatan nilai LED menunjukkan suatu proses inflamasi dalam tubuh seseorang, baik inflamasi akut maupun kronis, atau adanya kerusakan jaringan. Peningkatan LED merupakan indikator yang tidak spesifik terhadap respons fase akut dan berguna dalam memonitor aktivitas penyakit (Rizka, 2016).

Laju endap darah adalah tes yang murah dan sederhana untuk mengevaluasi respon akut maupun inflamasi. LED adalah tes yang paling banyak digunakan untuk mengukur aktivitas dari suatu penyakit dalam kedokteran klinis, dan masih dianggap berguna untuk memantau penyakit inflamatory khususnya rheumatoid arthritis. LED tidak memiliki spesifitas tetapi bisa efektif dalam menentukan prognosis dan memantau aktivitas pada penyakit apapun (Haswani et al, 2013).

Laju pengendapan yang cepat (LED meningkat) menunjukkan meningkatnya kadar imunoglobulin atau protein pase akut, yang menyebabkan

eritrosit melekat satu sama lain. Peningkatan LED oleh karenanya merupakan penanda non spesifik dari adanya radang atau infeksi. LED biasanya sangat tinggi pada mieloma multiple, lupus eritrosus sistemik (SLE), artoritis temporatis, polimialgia reomatika, kanker atau infeksi kronis, termasuk tuberkulosis (Wayan N , 2014).

Laju endap darah ditemukan pada tahun 1897 oleh Dokter Edmund Bienarcki sehingga di beberapa tempat di dunia kemudian menyebutnya sebagai Tes Bienarcki. Tahun 1918 ahli Patologi Swedia Robert Sanno Fahreus mendeklarasikan hal yang sama bersama dengan Alf Vilhelm Albertsson Westergreen yang kemudian dinamakan Tes Fahreus - Westergren yang menggunakan spesimen Natrium sitrat (Kumta S, 2011).

2.4.2. Fase – Fase Pengendapan LED

Pertama fase pengendapan lambat pertama (Stage of Aggregation) yaitu fase pembentukan rouleaux, eritrosit baru saling menyatukan diri, waktu yang diperlukan untuk fase pertama ini kurang dari 15 menit.

Kedua fase pengendapan maksimal (Stage of Sedimentation) yaitu fase pengendapan eritrosit dengan kecepatan konstan karena partikel - partikel eritrosit menjadi lebih besar dengan permukaan yang lebih kecil sehingga lebih cepat mengendap. Lama waktu yang diperlukan fase ini adalah 30 menit.

Ketiga fase pengendapan lambat kedua (Stage of Packing) yaitu fase pengendapan eritrosit sehingga sel-sel eritrosit mengalami pemampatan pada dasar tabung, kecepatan mengendapnya mulai berkurang sampai sangat pelan, fase ini sampai berjalan kurang lebih 15 menit (Kumta, 2011).

2.4.3. Kegunaan LED

LED memiliki 3 kegunaan utama yaitu:

1. Mendeteksi suatu proses peradangan
2. Memantau perjalanan atau aktivitas penyakit
3. Sebagai pemeriksaan penapisan untuk peradangan atau neoplasma yang tersembunyi.

2.4.4 Faktor yang mempengaruhi LED

Laju endap darah dipengaruhi oleh:

1. Kemampuan eritrosit membentuk rouleaux

Rouleaux adalah gumpalan sel - sel darah merah yg disatukan bukan oleh antibodi atau ikatan kovalen, tetapi semata - mata oleh gaya tarik permukaan. Pada anisositosis (ukuran eritrosit bervariasi), pembentukan rouleaux terhambat sehingga LED menurun.

2. Luas permukaan atau ukuran eritrosit

Semakin luas permukaan eritrosit, laju endap darah semakin meningkat. Darah yang didominasi oleh mikrosit lebih lambat mengendap (LED rendah) dibandingkan normosit. Darah yang didominasi makrosit dan sferosit lebih cepat mengendap (LED meningkat) dibandingkan normosit.

3. Bentuk eritrosit : sel sabit gagal membentuk rouleaux sehingga LED menurun.
4. Rasio eritrosit terhadap plasma : anemia, laju endap darah meningkat sedangkan polisitemia (jumlah eritrosit meningkat), laju endap darah menurun.

5. Konsentrasi makromolekul dalam plasma

Peningkatan kadar globulin atau fibrinogen menyebabkan peningkatan pembentukan rouleaux sehingga pengendapan eritrosit juga lebih cepat (LED meningkat). Kadar kolesterol yang tinggi menyebabkan tarikan ke bawah atau gumpalan sel - sel darah merah sehingga kecepatan pengendapan meningkat (LED meningkat). Kadar fibrinogen rendah (misal pada bayi baru lahir), gula darah tinggi, albumin rendah dapat menyebabkan penurunan LED.

6. Viskositas (kekentalan) plasma

Viskositas plasma yang tinggi menetralkan tarikan ke bawah atau gumpalan sel - sel darah merah sehingga kecepatan pengendapan berkurang (LED rendah).

7. Faktor teknis

Letak posisi pipet; pipet yang diletakkan miring meningkatkan kecepatan pengendapan eritrosit (LED meningkat). Penampang pipet; semakin besar diameter pipet makin tinggi kecepatan pengendapan eritrosit (LED meningkat). Temperatur; semakin tinggi suhu, semakin tinggi kecepatan pengendapan eritrosit (LED meningkat). Kelebihan antikoagulan dapat menyebabkan penurunan LED (Gandasoebrata., 2007).

Antikoagulan dapat mempengaruhi pola ukuran sel untuk mengubah laju pengendapan darah, penggunaan antikoagulan secara umum memberikan variasi kecil jika konsentrasinya dikontrol. Penggunaan antikoagulan yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya degenerasi dan mengkerutnya sel darah merah sehingga laju pengendapan cenderung menurun. Perbedaan rata-rata telah ditemukan antara darah yang mengandung potasium oxalat kering dan pada darah

yang sama mengandung potasium dan amonium oxalat mencapai 2 mm per jam dengan metode Westergren (Agustina, 2011).

Faktor pra analitik, analitik dan post analitik juga harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi pemeriksaan LED. Faktor pra analitik antara lain : bendungan terlalu lama, antikoagulan tidak tepat, spesimen tidak homogen, perbandingan darah dan antikoagulan tidak tepat (Sulasmi , 2012).

Faktor analitik antara lain : metode, kedudukan pipet, waktu pembacaan hasil tidak tepat 1 jam, getaran, sinar matahari, suhu tidak 18 sampai 25°C (Sulasmi , 2012).

Faktor pasca analitik antara lain : salah membaca hasil pemeriksaan, salah menulis hasil pemeriksaan, salah melaporkan hasil pemeriksaan (Sulasmi , 2012).

2.5. Arti Klinis LED

2.5.1 Peningkatan LED

Peningkatan LED dapat dijumpai pada:

1. Peradangan (inflamasi) akut maupun kronis, seperti pada artritis reumatoid, demam rematik, endokarditis bakterial, gout, hepatitis, sirosis hati, inflamasi panggul akut, sifilis, glomerulonefritis, serta neoplasma.
2. Menstruasi dan kehamilan.
3. Diskrasia sel plasma, seperti mieloma multipel (multiple myeloma/MM).
4. Penyakit kolagen - vaskuler, keganasan, kanker, dan tuberkulosis.
5. Penyakit hemolitik pada bayi baru lahir.
6. Penyakit Sistemik Lupus Erythematosus (SLE).

2.6. Metode Pemeriksaan LED

2.6.1 Metode Westergren

Pemeriksaan LED Metode Westergren sampel yang digunakan adalah darah vena yang dicampur dengan antikoagulan larutan Natrium Sitrat 3,8 % dengan perbandingan 4 : 1, atau dapat juga dipakai darah EDTA yang diencerkan dengan larutan Sodium sitrat 0,0109 M atau NaCl fisiologis dengan perbandingan 4 : 1.

Prinsip : Darah dengan antikoagulan dengan perbandingan tertentu dan dimasukkan dalam tabung khusus (Westergren) yang diletakkan tegak lurus dan dibiarkan selama 1 jam, maka eritrosit akan mengendap. Tinggi endapan eritrosit mencerminkan kecepatan endap darah dan dinyatakan dalam mm/jam. Nilai Normal : Wanita 0 - 15 mm/jam dan Pria 0 - 10 mm/jam. (Riswanto , 2013. Gandasoebrata, 2007).

2.6.2 Metode Wintrobe

Metode Wintrobe sampel yang digunakan adalah darah dengan antikoagulan EDTA dengan perbandingan darah vena 1ml ditambah 10 µl EDTA 10%. Nilai Normal : Wanita 0 - 20 mm/jam dan Pria 0 - 10 mm/jam. Oleh karena LED dipengaruhi oleh jumlah eritrosit, maka ada yg menghendaki supaya nilai laju endap darah cara Wintrobe dikoreksi terhadap nilai hematokrit (Seri Edukasi Prodia, 2010).

Hasil pemeriksaan LED memakai cara Westergren dan cara Wintrobe tidak seberapa selisihnya jika LED itu dalam batas normal, tetapi nilai itu berselisih jauh pada keadaan mencepatnya LED. Cara Westergren didapat nilai yang lebih

tinggi, hal itu disebabkan pipet Westergren yg hampir dua kali panjang pipet Wintrobe. Kenyataan tadi menyebabkan para klinisi lebih menyukai cara Westergren daripada cara Wintrobe (Gandasoebrata, 2007).

2.7. Cara Pengambilan Sampel Darah Vena

Vena pada orang dewasa biasanya dipakai salah satu vena dalam fossa cubiti, pada bayi vena jugularis superficialis dapat dipakai atau darah dari sinus sagitalis superior.

Sediakan alat terlebih dahulu yang akan diperlukan: spuit , torniquet, botol penampung antikoagulan, alkohol 70 %, kapas dan tabung *vacuntainer* EDTA

Cara pengambilan darah vena :

1. Dipasang torniquet pada lengan bagian atas kira-kira di atas siku dan meminta pasien untuk mengepalkan tangannya agar vena terlihat dengan jelas. Kemudian dilakukan desinfeksi pada darah tersebut dengan kapas alkohol 70 % dan membiarkan kering.
2. Diperiksa Spuit, adakah udara dan jarum di kencangkan agar bisa menghisap dengan mudah.
3. Kulit di tegangkan dan jarum ditusukan pada sudut 45 % dengan posisi jarum sejajar dengan arah vena dan jarum menghadap ke atas.
4. Setelah vena terasa tertusuk, jarum diputar menghadap ke bawah dan darah akan mengalir dengan sendirinya. Kepalan tangan di buka dan darah di hisap pelan-pelan sebanyak 3 ml.

5. Tourniquet dilepas dan jarum ditarik kemudian bekas tusukan ditekan dengan kapas alkohol. Pasien diminta untuk tetap menekan dengan kapas alkohol.
6. Jarum ditutup kembali dengan tutupnya (Ganda Soebrata R, 2001).

2.8. Spesimen Untuk Pemeriksaan LED Metode Westergren

2.8.1 Darah Dengan Antikoagulan EDTA ditambah NaCl 0,85 %

EDTA yg dipakai dalam bentuk garam kalium (K₂EDTA) dan garam natrium (Na₂EDTA). EDTA tidak berpengaruh terhadap besar dan bentuk eritrosit juga terhadap bentuk leukosit, selain itu EDTA juga mencegah trombosit menggumpal. Darah yang dipakai dengan antikoagulan harus tepat karena bila antikoagulan berlebih akan mempengaruhi bentuk eritrosit sehingga eritrosit akan mengkerut maka nilai hematokrit menjadi rendah yang akan menyebabkan LED menjadi rendah. Keuntungan EDTA yaitu tidak berpengaruh terhadap besar dan bentuknya eritrosit dan leukosit, mencegah trombosit menggumpal, dan dapat digunakan berbagai macam pemeriksaan hematologi. Kerugiannya yaitu lambat larut karena sering digunakan dalam bentuk kering sehingga harus menggoncangkan dulu yg berisi EDTA selama 1 - 2 menit (Liswanti Y, 2014).

NaCl 0,85% merupakan larutan fisiologis yg terdapat dalam tubuh, oleh karena itu maka larutan ini tidak menimbulkan reaksi hipersensitivitas terhadap tubuh. Larutan fisiologis ini merupakan larutan isotonis aman untuk tubuh, tidak iritan, melindungi granulasi jaringan dari kondisi kering. NaCl fisiologis dipakai untuk mengencerkan EDTA pada pemeriksaan LED. Semakin berkembangnya

teknologi maka banyak pipet LED Westergren disposable yang digunakan di laboratorium-laboratorium (Liswanti Y, 2014).

2.9. Cara pemeriksaan laju endap darah metode Westergren

1. Bahan : darah vena dengan antikoagulan citras natrikus 3,8 % dengan perbandingan 1 : 4, bila menggunakan antikoagulan EDTA (1 mg EDTA untuk tiap ml darah) maka darah EDTA tersebut harus diencerkan dengan menggunakan garam fisiologis dengan perbandingan darah : larutan garam fisiologis = 4 : 1

2. Cara Pemeriksaan

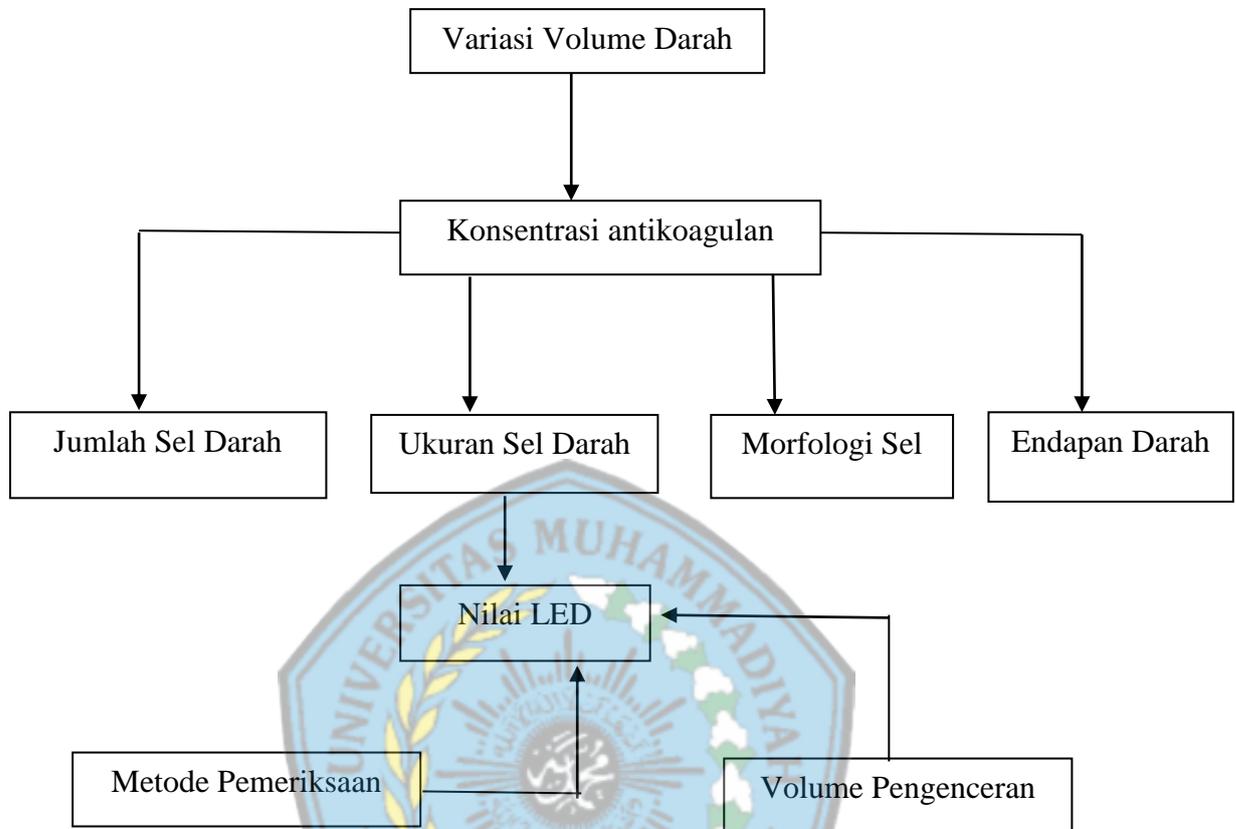
- a. Dihisap darah vena dengan antikoagulan EDTA atau citras natrikus yang sudah diencerkan menggunakan tabung Westergren sampai tanda 0.
- b. Tutup lubang atas tabung dengan jari. Kemudian ditempatkan di rak tabung Westergren dengan posisi vertikal.
- c. Dibaca permukaan kolom sel darah merah setelah 1 jam.

3. Nilai Normal

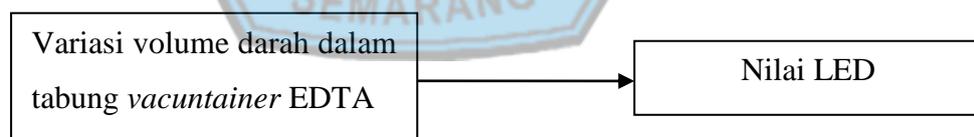
Laki – laki : 2 - 13 mm/jam

Perempuan : 2 - 20 mm/jam (Agustina, 2011).

2.10. Kerangka teori



2.11. Kerangka Konsep



2.12. Hipotesis

Ada pengaruh variasi volume darah dalam tabung *vacuntainer* K3EDTA terhadap nilai LED.