

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Darah

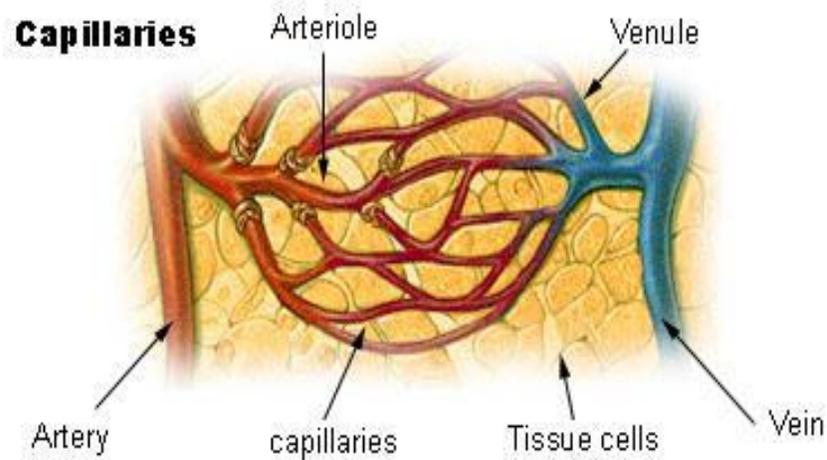
Darah merupakan jaringan tubuh yang berbentuk cairan, beredar dalam suatu sistem tertutup yaitu pembuluh darah dan menjalankan sistem transport berbagai bahan serta fungsi hemostasis. Fungsi utama darah adalah mengangkut O<sub>2</sub> yang diperlukan sel-sel di seluruh tubuh. Darah menyuplai jaringan tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat metabolisme dan berbagai bahan penyusun sistem imun yang berguna mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Sadikin, 2002).

Sirkulasi darah adalah sistem transport yang mengantarkan O<sub>2</sub> dan berbagai zat yang diabsorpsi dari traktus gastrointestinal menuju jaringan, serta mengembalikan CO<sub>2</sub> ke paru-paru dan hasil metabolisme lainnya menuju ke ginjal. Sistem sirkulasi berperan dalam pengaturan suhu tubuh dan mendistribusi hormon serta berbagai zat lain yang mengatur fungsi sel darah, dipompakan oleh jantung melalui sistem pembuluh darah yang tertutup. Mekanisme pompa manusia terdiri atas dua sistem pompa yaitu dari ventrikel kiri darah dipompa melalui arteri dan arterioli menuju kapiler, pada kapiler darah dikembalikan melalui venula dan vena ke dalam atrium kanan (sirkulasi utama), dari atrium kanan darah mengalir ke ventrikel kanan yang akan memompa darah melalui pembuluh darah paru-paru ini termasuk sirkulasi kecil (mikro sirkulasi).

Darah terdiri dari dua komponen utama, yaitu :

- a. Plasma darah, merupakan bagian cair darah yang sebagian besar terdiri atas air, elektrolit, dan protein darah.
- b. Butir-butir darah (*blood corpuscle*), yang terdiri atas sel darah putih (leukosit) atau *white blood cell* (WBC), sel darah merah (eritrosit) atau *red blood cell* (RBC), dan sel pembeku darah (*platelet*) atau trombosit (Bakta, 2006).

Pembuluh darah kapiler adalah pembuluh darah yang sangat kecil disebut juga pembuluh rambut. Kapiler meliputi sel-sel jaringan karena secara langsung berhubungan dengan sel. Diameter kapiler hanya 5-10 mikrometer (diameter eritrosit), dindingnya hanya terdiri atas endotel. Semakin aktif suatu jaringan, makin banyak kapilernya. Kapiler adalah tempat terjadinya pertukaran zat, dengan komposisi campuran dari darah arteri, darah vena, cairan interstisiel dan intaseluler. Pintu masuk ke pembuluh darah kapiler dilapisi oleh sfingter yang terbentuk dari otot polos. Darah akan memasuki kapiler pada saat sfingter terbuka, akan tetapi bila tertutup maka darah langsung masuk dari arteriole ke venulus dan tidak melalui kapiler. Kapiler membuka dan menutup dengan kecepatan 6-12 kali/menit. Fungsi pembuluh darah kapiler adalah sebagai penghubung antara pembuluh darah arteri dan vena, tempat terjadinya pertukaran zat antara darah dan cairan jaringan, mengambil hasil dari kelenjar, menyerap zat makanan yang terdapat dalam usus, dan menyaring darah pada ginjal (Syarifuddin, 2009).



Gambar 1. Pembuluh darah kapiler  
(Sumber: NCI.2012. *Classification & Structure Of Blood Vessels*)

## 2.2 Hematokrit

Hematokrit adalah perbandingan bagian dari darah yang mengandung eritrosit terhadap volume seluruh darah atau eritrosit dalam seluruh volume darah yang dihitung dalam %. Semakin tinggi persentase hematokrit berarti konsentrasi darah semakin kental, diperkirakan banyak plasma darah yang keluar dari pembuluh darah yang berlanjut ke keadaan shock hipovolemik (Sutedjo, 2013).

Nilai normal hematokrit pada anak 33-38%, laki-laki dewasa 40-48%, perempuan dewasa 37-43%. Nilai hematokrit digunakan untuk mengetahui ada tidaknya anemia dan menghitung indeks eritrosit (Riswanto, 2013). Peningkatan hematokrit terjadi pada pasien yang mengalami kehilangan darah akut, anemia, leukemia, penyakit Hodgkins, *limfosarcoma*, *mieloma multiple*, gagal ginjal kronik, serosis hepatitis, malnutrisi, defisiensi vitamin B dan C, kehamilan, SLE, *arthritis*

*reumatoid*, dan ulkus peptikum. Penurunan kadar hematokrit terjadi pada hipovelemia, dehidrasi, polisitemia vera, diare berat, asidosis diabetikum, emfisema paru, iskemik cerebral, eklamsia, efek pembedahan, dan luka bakar (Sutedjo, 2013).

### **2.3 Pengukuran Nilai Hematokrit**

Pengukuran nilai hematokrit dapat dilakukan dengan metode manual menggunakan makrohematokrit dan mikrohematokrit, juga metode otomatis menggunakan hematologi analiser.

#### **2.3.1 Makrohematokrit**

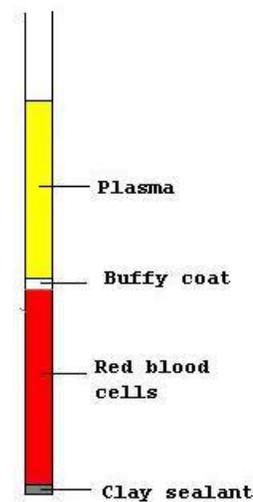
Prinsip pemeriksaan hematokrit metode makrohematokrit adalah darah vena dengan antikoagulan dimasukkan ke dalam tabung wintrobe dan dicentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm sehingga terjadi pemadatan sel darah merah di bawah tabung. Tingginya kolom sel darah merah diukur dan dibaca sebagai nilai hematokrit yang dinyatakan dalam persen. Cara makrohematokrit menggunakan tabung wintrobe yang mempunyai diameter dalam 2,5-3 mm, panjang 110 mm dengan skala interval 1 mm sepanjang 100 mm ; volume tabung adalah 1 mililiter.

Cara makrohematokrit menggunakan tabung Wintrobe, sentrifus yang digunakan cukup besar untuk memadatkan sel darah merah dan membutuhkan waktu  $\pm 30$  menit. Bahan pemeriksaan metode makro adalah darah vena (Gandasoebrata, 2013).

### 2.3.2 Manual Mikrohematokrit

Bahan pemeriksaan hematokrit metode mikro dapat menggunakan darah kapiler atau darah vena. Cara mikrohematokrit menggunakan pipet kapiler yang panjangnya 75 mm dan diameter dalam 1 mm. Pipet ini ada 2 jenis, ada yang dilapisi antikoagulan  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  atau heparin dibagian dalamnya dan ada yang tanpa antikoagulan. Pipet yang mengandung antikoagulan heparin mempunyai tanda garis melingkar warna merah, dipakai bila menggunakan darah tanpa antikoagulan seperti darah kapiler. Pipet kapiler tanpa antikoagulan mempunyai tanda garis melingkar warna biru, dipakai bila menggunakan darah dengan antikoagulan seperti darah vena. Metode mikrohematokrit menggunakan centrifuge mikrohematokrit yang mencapai kecepatan jauh lebih tinggi, maka dari itu lamanya pemusingan dapat diperpendek (Widman, 2005).

Pemeriksaan hematokrit baik metode makro maupun metode mikro terdapat lapisan *Buffy coat* yang letaknya diantara lapisan sel darah merah dan plasma. Lapisan ini terdiri dari leukosit dan trombosit yang berwarna kelabu kemerahan atau keputih-putihan. Dalam keadaan normal tingginya lapisan *buffy coat* 0,1 mm sampai dengan 1 mm. Tinggi 0,1 mm kira-kira sesuai dengan  $1000 \text{ leukosit}/\text{mm}^3$ . Metode mikrohematokrit merupakan teknik yang banyak digunakan di laboratorium. Metode ini cepat dan sederhana, namun pemusingan harus dikontrol agar sentrifugalnya optimal, dan tabung harus diletakkan dengan hati-hati serta dibaca terhadap skala pembanding (Sadikin, 2002).



Gambar 2. Tabung kapiler dengan darah yang telah disentrifus  
(sumber: Turgeon, 2007:258)

### 2.3.3 Metode Otomatis Menggunakan Hematologi Analyzer

Hematokrit juga dapat ditentukan dengan instrumen elektronik otomatis (*hematology analyzer*), dan dihitung dari indeks eritrosit (Sacher, 2009). Hematokrit diukur dari volume sel rata-rata dan hitung sel darah merah. Metode *analyzer* lebih unggul dari cara mikrokapiler, karena dapat mengeluarkan hasil dengan cepat, namun harga alat cukup mahal, dan penggunaannya terbatas (Riswanto, 2013).

Pemeriksaan hematologi analyzer menggunakan prinsip *flow cytometri*. Prinsip tersebut memungkinkan sel-sel masuk *flow chamber* untuk dicampur dengan *diluent* kemudian dialirkan melalui *apertura* berukuran kecil yang memungkinkan sel lewat satu per satu. Aliran yang keluar dilewatkan medan listrik untuk kemudian sel dipisah-pisahkan sesuai muatannya. Teknik dasar pengukuran sel dalam *flow*

*cytometri* ialah impedansi listrik (*electrical impedance*) dan pendar cahaya (*light scattering*). Teknik impedansi berdasar pengukuran besarnya resistensi elektronik antara dua elektroda. Teknik pendar cahaya menghamburkan, memantulkan atau membiaskan cahaya yang berfokus pada sel, oleh karena tiap sel memiliki granula dan indek bias berbeda maka akan menghasilkan pendar cahaya berbeda dan dapat teridentifikasi (Koeswardani, 2001).

Pembacaan sampel darah kapiler pada hematology analyzer dapat menggunakan mikropipet EDTA plastik, karena presisi yang lebih tinggi dari mikropipet kaca, yang bisa menyebabkan penganalisis rusak jika dimasukkan secara tidak tepat. Sampel dalam mikropipet EDTA dapat langsung dianalisis setelah dikumpulkan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal pembacaan tidak boleh lebih dari 10 menit sejak pengumpulan. Selama aspirasi atau analisis sampel berlangsung perangkat adaptor mikropipet tidak boleh dilepaskan, hal itu dapat menyebabkan kesalahan hasil. Selain itu ketidakpresisian dalam prosedur persiapan dan pengambilan darah dapat menyebabkan terjadinya perbedaan antara nilai pembacaan pada sampel darah kapiler dan vena (Boule Medical AB, 2016)

Kelebihan alat hematologi analyzer diantaranya efisiensi waktu dan sampel pemeriksaan. Pemeriksaan hematokrit jika dilakukan secara manual membutuhkan waktu 20 menit. Alat hematologi otomatis hanya memerlukan waktu sekitar 1 menit. Volume sampel pemeriksaan yang dibutuhkan sedikit, dalam beberapa kasus pengambilan darah pasien kadang sulit mendapatkan darah yang dibutuhkan, namun dengan alat hematologi otomatis ini sampel darah yang digunakan dapat

menggunakan darah perifer dengan jumlah darah yang lebih sedikit. Hasil yang dikeluarkan biasanya sudah melalui *quality control* yang dilakukan oleh *intern* laboratorium (Sysmex).

#### **2.4 Pengambilan Darah Kapiler**

Pengambilan darah kapiler untuk orang dewasa dilakukan pada ujung jari tangan ketiga dan keempat serta pada anak daun telinga, sedangkan pada bayi dan anak-anak biasanya diambil dari tumit atau ibu jari kaki. Lokasi pengambilan untuk bayi diatas 6 bulan sampai 12 bulan direkomendasikan pada bagian ibu jari kaki. Anak-anak diatas 1 tahun sampai dewasa direkomendasikan pada jari ketiga atau keempat (Barr, 2010)

Kesalahan yang sering dilakukan dalam pengambilan darah kapiler biasanya terjadi karena penusukan kurang dalam, pengambilan darah dari tempat yang menyatakan adanya gangguan peredaran seperti vasokonstriksi (pucat), vasodilatasi (radang, trauma), kulit yang ditusuk masih basah alkohol. Tetes darah pertama tidak dapat dipakai untuk pemeriksaan, dan terjadi bekuan dalam tetes darah karena terlalu lambat bekerja. Usaha melancarkan pengeluaran darah dengan memijat akan sia-sia karena darah yang keluar tercampur dengan cairan jaringan sehingga hasil pemeriksaan menunjukkan hasil lebih rendah dari yang sebenarnya (Gandasoebrata, 2013).

## 2.5 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pemeriksaan Hematokrit

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pemeriksaan hematokrit adalah faktor *invivo* dan *invitro*. Faktor *invivo* antara lain eritrosit, viskositas darah, dan plasma. Faktor eritrosit sangat penting pada pemeriksaan hematokrit karena merupakan sel yang diukur dalam pemeriksaan. Efek samping viskositas darah merupakan sel yang diukur dalam pemeriksaan. Efek samping viskositas darah adalah makin besar prosentase sel darah maka makin tinggi hematokritnya dan makin banyak pergeseran diantara lapisan-lapisan darah, pergeseran inilah yang menentukan viskositas. Viskositas darah meningkat secara drastis ketika hematokrit meningkat. Plasma hemolisis dapat mempengaruhi pemeriksaan hematokrit .

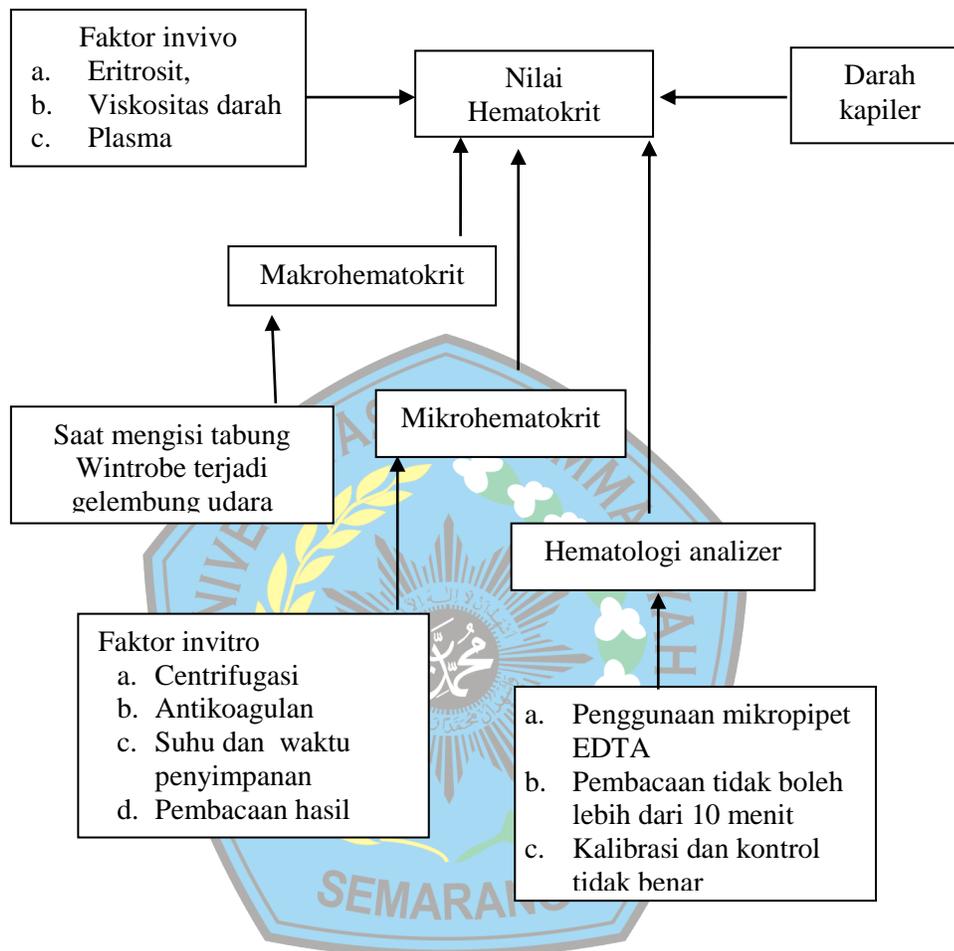
Faktor *invitro* antara lain teknis pemeriksaan. Penempatan tabung kapiler pada sentrifuge yang kurang tepat dan penutup yang kurang rapat dapat menyebabkan hasil pembacaan hematokrit tinggi palsu. Kecepatan putar sentrifuge dan pengaturan waktu dimaksudkan agar eritrosit memadat secara maksimal, oleh karena itu harus diatur secara tepat. Pemakaian sentrifuge mikrohematokrit dalam waktu yang lama mengakibatkan alat menjadi panas sehingga mengakibatkan hemolisis dan nilai hematokrit menjadi rendah palsu. Bahan pemeriksaan tidak tercampur hingga homogen sebelum pemeriksaan dilakukan. Tabung hematokrit yang digunakan tidak bersih dan kering. Pembacaan yang tidak tepat. Apabila memakai darah kapiler tetesan darah pertama harus dibuang karena mengandung cairan interstitial (Gandasoebrata R, 2013).

## **2.6 Keterkaitan Pemeriksaan Hematokrit Darah Kapiler Metode Hematologi Analizer dengan Manual Mikrohematokrit**

Pembuluh kapiler merupakan pembuluh halus yang memiliki diameter  $\pm$  0,008 mm, dindingnya terdiri dari suatu lapisan endotel (Martono, J.). Diameter pembuluh darah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi faktor viskositas darah. Kecepatan aliran darah pada pembuluh darah kecil sangat rendah maka akan meningkatkan viskositas darah. Penurunan kecepatan aliran darah disebabkan oleh adanya perlekatan sel – sel darah merah yang bergerak lambat antara satu dengan yang lainnya karena pembentukan rouleaux dan kumpulan yang lebih besar atau dengan dinding kapiler. Adanya peningkatan pada viskositas darah, maka akan didapatkan nilai hematokrit yang meningkat pula. Karena banyak gesekan yang terjadi antara berbagai lapisan darah (Guyton AC, Hall JE. 1997).

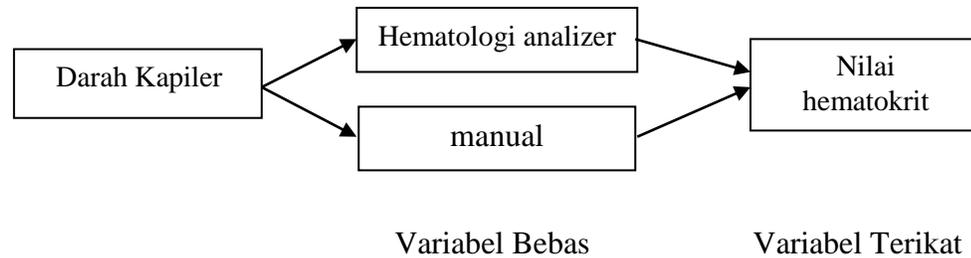
Pemeriksaan hematokrit dengan manual mikrohematokrit pada viskositas darah yang tinggi maka akan memberikan hasil yang tinggi pula pada nilai hematokrit. Sementara pada hematologi analizer, adanya perlekatan antara sel – sel darah merah, akan memberikan hasil yang rendah pada pemeriksaan eritrosit. Eritrosit yang rendah dapat menyebabkan hasil yang rendah pada nilai hematokrit (Klabunde RE, 2005 cit Irawati L, 2010).

## 2.7 Kerangka Teori



Gambar 3. Skema Kerangka Teori

## 2.8 Kerangka Konsep



Gambar 4. Skema Kerangka Konsep

## 2.9 Hipotesis

Ada perbedaan nilai hematokrit darah kapiler menggunakan hematologi analizer dengan manual mikrohematokrit.

