

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Transfusi Darah**

Pelayanan transfusi darah adalah upaya pelayanan kesehatan yang bahan dasarnya menggunakan darah manusia dan memiliki tujuan dalam hal kemanusiaan. Pelayanan ini sebagai salah satu upaya kesehatan dalam rangka penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan sangat membutuhkan ketersediaan darah atau komponen darah yang cukup, aman, mudah diakses dan terjangkau oleh masyarakat (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

Setiap pelayanan transfusi darah harus memperhatikan indikasi, pemilihan jenis dan volume komponen darah, serta waktu transfusi. Permintaan transfusi darah yang berlebih atau tidak sesuai akan menyebabkan kekurangan stok darah sehingga pasien yang memang benar-benar membutuhkan menjadi tidak terlayani, banyaknya biaya pengganti pengolahan darah yang harus ditanggung oleh pasien, serta dapat meningkatkan risiko terjadinya reaksi transfusi (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

#### **2.2 Komponen Sel Darah Merah**

Darah merupakan suatu cairan yang terdapat pada semua jenis makhluk hidup tingkat tinggi (kecuali tumbuhan). Kandungan yang berada di dalam darah didominasi oleh air sebanyak 91%; protein seperti albumin, fibrinogen, globulin,

dan protombin sebanyak 3%; mineral seperti natrium bikarbonat, natrium klorida, magnesium, garam fosfat, kalsium, dan zat besi sebanyak 0,9%; serta bahan organik seperti kreatinin, lemak asam urat, glukosa, asam amino, kolesterol sebanyak 0,1%. Darah memiliki fungsi di dalam transport oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, transport karbondioksida dari jaringan tubuh untuk dikeluarkan melalui paru-paru, transport zat makanan dari usus halus ke seluruh jaringan tubuh, mengatur suhu tubuh, sebagai pertahanan tubuh terhadap antigen asing, dan masih banyak lagi (Handayani, 2014). Darah terdiri atas 2 (dua) bagian utama, yaitu plasma darah dan sel darah. Plasma darah memiliki presentase 55% dan sel darah memiliki presentase 45% dari darah keseluruhan. Sel darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), serta keping darah (trombosit) (Maharani dan Ganjar, 2018).

Darah dari pendonor dapat diolah menjadi beberapa produk komponen darah yang dapat ditransfusikan kepada pasien. Komponen darah merupakan bagian darah yang diolah dan dipisahkan secara fisik maupun mekanik dengan tidak menambahkan bahan kimia. Cara yang dapat dilakukan yaitu pengendapan ataupun pemutaran. Fungsi dari pengolahan komponen darah adalah pasien mendapatkan komponen darah yang sesuai dengan yang dibutuhkan, mengurangi reaksi akibat transfusi darah pada pasien, mengurangi volume darah yang ditransfusikan, meningkatkan efisiensi di dalam menggunakan darah, serta mengurangi permasalahan di dalam hal logistik darah (Maharani dan Ganjar, 2018).

Komponen darah yang dihasilkan dari proses pengolahan darah donor ini dapat dikelompokkan berdasarkan penyusun utama. Komponen yang penyusunnya berupa plasma dan sel darah termasuk sel darah merah adalah darah lengkap (*whole blood*). Sedangkan untuk komponen yang penyusun utamanya berupa plasma

adalah *Liquid Plasma* (LP), plasma segar beku (*Fresh Frozen Plasma / FFP*), Kriopresipitat (*Cryopresipitate*), konsentrat faktor VIII, konsentrat faktor IX, serta preparat globulin serum dan inhibitor protease plasma. Leukosit merupakan penyusun utama dari komponen darah berupa leukosit pekat (*buffy coat*). Keping dara (trombosit) menjadi penyusun utama pada komponen *Thrombocyte Concentrate* (TC). Dan untuk komponen darah yang penyusunnya berupa sel darah merah dapat berupa sel darah merah pekat (*Packed Red Cell (PRC)*), sel darah merah cuci (*Washed Red Cell (WRC)*), dan leukodepleted (Maharani dan Ganjar, 2018).

### **2.2.1 Darah Lengkap (Whole Blood)**

Darah lengkap merupakan komponen darah yang berisi plasma dan sel darah, termasuk sel darah merah. Satu kantong darah lengkap berisi 450 ml darah serta 63 ml antikoagulan. Nilai hematokrit dari satu kantong darah lengkap adalah 36-44%. Peningkatan kadar hemoglobin post transfusi darah lengkap berkisar antara  $0,9 \pm 0,12$  g/dl. Saat ini, penggunaan darah lengkap mengalami penurunan seiring adanya proses pengolahan darah serta kejadian reaksi transfusi yang ditimbulkan juga tinggi (Maharani dan Ganjar, 2018).

Indikasi transfusi darah lengkap adalah sebagai pengganti sel darah merah pada pasien dengan pendarahan akut disertai hipovolemia dan transfusi tukar (*exchange transfusion*). Selain itu, transfusi darah lengkap juga ditujukan sebagai pengganti *Packed Red Cell (PRC)* apabila belum tersedia. Sedangkan kontraindikasinya adalah risiko overload pada pasien anemia kronik dan gagal jantung tahap awal (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

### 2.2.2 Sel Darah Merah Pekat (*Packed Red Cell (PRC)*)

Komponen utama dari Packed Red Cell (PRC) adalah eritrosit yang didapatkan dari pengolahan darah lengkap (*whole blood*) yang dibuang sebagian besar plasmanya. Di dalam PRC masih memungkinkan adanya leukosit dan trombosit tergantung metode yang digunakan untuk melakukan sentrifugasi (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Pengolahan dari satu unit darah lengkap (*whole blood*) 450 ml didapatkan 200-250 ml PRC (Saragih dkk, 2019). Hematokrit dari PRC adalah 55-75% (Sukorini dkk, 2010). Peningkatan kadar hemoglobin post transfusi PRC berkisar antara  $0,9 \pm 0,12$  g/dl. PRC ini dapat digunakan untuk meningkatkan jumlah eritrosit, meningkatkan kadar hemoglobin dan hematokrit, serta mengurangi volume transfusi (Maharani dan Ganjar, 2018).

Indikasi transfusi komponen darah Packed Red Cell (PRC) adalah pada pasien anemia akut dengan kadar hemoglobin  $<7$  g/dl, pasien dengan kadar hemoglobin 7-10 g/dl dengan hipoksia, dan pasien dengan kadar hemoglobin  $\geq 10$  g/dl disertai penyakit yang membutuhkan transport oksigen tinggi (seperti penyakit paru obstruktif kronik berat dan jantung iskemik berat). Transfusi pada neonatus dilakukan pada kadar hemoglobin  $\leq 11$  g/dl dengan gejala hipoksia, apabila tanpa gejala dilakukan pada kadar hemoglobin 7 g/dl. Untuk pasien dengan penyakit jantung dan paru-paru, batas untuk pemberian transfusi adalah kadar hemoglobin  $\leq 13$  g/dl. Sedangkan kontraindikasinya adalah risiko overload pada pasien anemia kronik dan gagal jantung tahap awal (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

### **2.2.3 Sel Darah Merah Cuci (*Washed Red Cell (WRC)*)**

Sel darah merah cuci atau *Washed Red Cell (WRC)* merupakan komponen darah yang diperoleh melalui pencucian Packed Red Cell (PRC) sebanyak 2-3 kali dengan saline (NaCl 0,9%) sehingga sisa plasma akan terbuang habis. Proses pencucian ini berlangsung dengan sistem terbuka sehingga produk komponen ini harus digunakan dalam waktu 24 jam. Proses pencucian sel darah merah ini bertujuan untuk menghilangkan protein plasma, leukosit, serta sisa trombosit (Maharani dan Ganjar, 2018).

Indikasi pemberian transfusi WRC adalah pasien yang mengalami alergi berat oleh karena transfusi berulang dan reaksi alergi ini tidak dapat dicegah oleh antihistamin, pengobatan *acquired hemolitik anemia*, serta transfusi tukar (*exchange transfusion*) (Maharani dan Ganjar, 2018). Selain itu, transfusi WRC juga dapat dilakukan pada pasien dengan kondisi *hyperkalemia* (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Kekurangan dari WRC ini adalah bahaya infeksi sekunder yang dapat terjadi selama proses pembuatan (Maharani dan Ganjar, 2018).

### **2.2.4 Leukodepleted**

Leukodepleted merupakan komponen darah yang isi utamanya berupa eritrosit dan miskin leukosit. Leukodepleted ini berfungsi untuk meningkatkan jumlah eritrosit serta mengurangi reaksi panas dan alergi pada pasien yang sering memerlukan transfusi darah. Indikasi pemberian transfusi leukodepleted adalah untuk mencegah terjadinya reaksi demam non hemolitik (*Febrile Non Hemolitik Transfusion Reaction (FNHTR)*), aloimunisasi HLA, serta pencegahan penularan infeksi Cytomegalovirus (CMV) melalui proses transfusi darah pada wanita hamil,

transfusi darah intra-uterus pada bayi prematur, transfusi darah pada pasien defisiensi sistem imun, transfusi darah pada pasien kelainan darah, serta transfusi darah pada pasien yang akan melakukan transplantasi autologus atau alogenik hemopoetik stem sel dan pasien transpantasi organ (Maharani dan Ganjar, 2018). Sedangkan kontraindikasinya adalah tidak dapat mencegah terjadinya *Graft Versus Host Disease* (GVHD) (Kementerian Kesehatan RI, 2015).

### **2.3 Penyimpanan Komponen Sel Darah Merah**

Semua komponen sel darah merah disimpan pada blood bank refrigerator dengan suhu 2-6°C (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Whole blood dapat disimpan selama 21 hari dengan antikoagulan Citrate Phosphate Dextrose (CPD) atau 35 hari dengan antikoagulan Citrate Phosphate Dextrose-Adenin (CPDA) pada kantong darah. Packed Red Cell (PRC) dapat disimpan selama 35 hari dengan antikoagulan CPDA atau 42 hari dengan antikoagulan aditif (Aditif Solution-AS1, Adsol, dan nuticel) pada kantong darah. Leukodepleted memiliki masa simpan seperti whole blood asal. Sedangkan Washed Red Cell (WRC) hanya dapat disimpan selama 4-6 jam (Maharani dan Ganjar, 2018).

Pada saat penyimpanan, sel darah merah mengalami perubahan secara biokimiawi yang menyebabkan kerusakan serta perubahan fungsi di dalam proses transportasi oksigen dari paru-paru menuju jaringan-jaringan tubuh. Perubahan ini disebut *storage lesion*. Eritrosit mengalami kerusakan selama proses pengambilan darah dan akan mengalami kerusakan setiap harinya selama masa penyimpanan. Hal ini dikarenakan adanya penurunan kadar Adenosin Tri Phospat (ATP) sehingga lipid membran akan hilang dan membran akan menjadi kaku serta berubah bentuk

dari yang mulanya berbentuk cakram menjadi sferis (Saragih dkk, 2019). Selain itu, perubahan ini juga menyebabkan hemolisis. Hemolisis ini akan memicu pelepasan hemoglobin bebas sel dan pembentukan mikropartikel yang berdampak pada peningkatan konsumsi oksida nitrat (NO), peningkatan molekul sinyal untuk memodulasi aliran darah, serta meningkatkan risiko peradangan. Selain itu, jika eritrosit yang rapuh ini ditransfusikan, maka akan terjadi hemolisis tambahan (Shapiro, 2011).

## **2.4 Hemoglobin**

### **2.4.1 Pengertian**

Komponen utama dalam sel darah merah (eritrosit) adalah hemoglobin. Hemoglobin terdiri atas heme dan globin. Heme terdiri atas satu cincin tetrapirrol porfirin yang mengandung satu atom besi (ferro). Sedangkan globin terdiri atas 4 rantai polipeptida, yaitu 2 rantai alfa ( $\alpha$ ) yang terdiri atas 141 asam amino dan 2 rantai beta ( $\beta$ ) yang terdiri atas 146 asam amino ((Henry, 2001) dalam Norsiah (2015)).

Hemoglobin berfungsi untuk transport oksigen ke jaringan tubuh serta transport karbondioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru. Oksigen dapat diangkut oleh hemoglobin karena adanya interaksi kimia antara molekul oksigen dengan heme. Hemoglobin akan mengikat 2 proton untuk setiap 4 molekul oksigen yang dilepaskan, maka dari itu hemoglobin menjadi buffer utama dalam darah ((Tarwoto, 2008) dalam Norsiah (2015)).

Heme yang berikatan dengan oksigen disebut oksihemoglobin ( $\text{HbO}_2$ ). Sedangkan heme yang telah melepaskan ikatan oksigen disebut deoksihemoglobin. Heme yang dapat mengikat karbonmonoksida (CO) adalah heme yang telah teroksidasi dari ferro menjadi ferri atau disebut juga methemoglobin. Methemoglobin ini tidak bisa lagi untuk melakukan ikatan dengan oksigen ((Koolman, 2005) dalam Norsiah (2015)).

#### 2.4.2 Kadar

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. Umur 5-11 tahun  | : < 11,5 g/dl      |
| 2. Umur 12-14 tahun | : $\leq$ 12,0 g/dl |
| 3. Umur > 15 tahun  |                    |
| a. Perempuan        | : > 12 g/dl        |
| b. Laki-laki        | : > 13 g/dl        |

(Gunadi dkk, 2016)

#### 2.4.3 Pemeriksaan

##### 1. Metode Sahli

Metode Sahli merupakan metode dalam pemeriksaan kadar hemoglobin yang paling sederhana. Pada pemeriksaan ini, hemoglobin dihidrolisis oleh HCl menjadi asam hematin berwarna coklat. Perubahan warna ini dibuat dengan pengenceran yang kemudian dibandingkan dengan warna standar untuk mengetahui kadar hemoglobin. Metode ini dinilai kurang efektif karena tidak semua hemoglobin bisa diubah menjadi asam hematin, seperti contohnya adalah methemoglobin. Selain



itu, hasil pemeriksaan ini juga dipengaruhi oleh faktor subjektivitas, warna standar yang dapat memudar, dan perbedaan penyinaran sehingga mengurangi keakuratan dari kadar yang dihasilkan ((Gandasoebrata, 2007) dalam Norsiah (2015)).

## 2. Metode Cupri Sulfat

Metode Cupri Sulfat merupakan metode dalam pemeriksaan kadar hemoglobin yang menitikberatkan pada perbedaan berat jenis ((Kiswari, 2014) dalam Triana (2018)).

## 3. Metode Fotoelektrik Kolorimetri

Metode ini memiliki hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan metode-metode sebelumnya. Metode ini memiliki banyak cara pemeriksaan yaitu Cyanmeth Hb, oksihemoglobin, dan alkali hematin ((Kiswari, 2014) dalam Triana (2018)).