

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Transfusi Darah**

##### **2.1.1 Pengertian Transfusi Darah**

Transfusi darah adalah proses pemindahan atau pemberian darah dari seseorang (donor) kepada orang lain (resipien). Transfusi bertujuan mengganti darah yang hilang akibat perdarahan, luka bakar, mengatasi *shock* dan mempertahankan daya tahan tubuh terhadap infeksi (Setyati, 2010).

Proses transfusi darah harus memenuhi persyaratan yaitu aman bagi penyumbang darah dan bersifat pengobatan bagi resipien. Transfusi darah bertujuan memelihara dan mempertahankan kesehatan donor, memelihara keadaan biologis darah atau komponen – komponennya agar tetap bermanfaat, memelihara dan mempertahankan volume darah yang normal pada peredaran darah (stabilitas peredaran darah), mengganti kekurangan komponen seluler atau kimia darah, meningkatkan oksigenasi jaringan, memperbaiki fungsi hemostatis, tindakan terapi kasus tertentu (PMI, 2007).

Tidak semua orang dapat menjadi donor, supaya transfusi tidak membahayakan donor dan juga melindungi resipien dengan menjamin bahwa darah yang didonorkan adalah darah yang sehat, maka darah donor harus diseleksi terlebih dahulu seperti: tidak menderita penyakit HIV, hepatitis B, hepatitis C, dan orang yang tidak beresiko karena seks bebas (Hutomo, 2011).

### 2.1.2 Sejarah Transfusi Darah

Transfusi darah adalah penginjeksian darah dari seseorang (yang disebut donor) ke dalam sistem peredaran darah seseorang yang lain (yang disebut resipien). Transfusi darah tidak pernah terjadi kecuali setelah ditemukan adanya sirkulasi darah yang tidak pernah berhenti dalam tubuh (Abdul, 2007).

Tahun 1665 Dr. Richard Lower ahli anatomi dari Inggris berhasil mentransfusikan darah seekor anjing pada anjing yang lain. Dua tahun kemudian Jean Baptiste Denis seorang dokter, filsuf dan astronom dari Perancis berusaha melakukan transfusi darah pertama kali pada manusia. Beliau mentransfusikan darah seekor anak kambing ke dalam tubuh pasiennya yang berusia 15 tahun. Hasilnya adalah bencana yaitu kematian anak tersebut dan dia sendiri dikenai tuduhan pembunuhan. Sejak saat itu, terjadi stagnasi panjang dalam bidang transfusi darah terapan (Fikih, 2007).

Sekitar 150 tahun kemudian, tepatnya tahun 1818 Dr. James Blundell dari Rumah Sakit St, Thomas and Guy berhasil melakukan transfusi darah dari manusia ke manusia untuk pertama kali. Beliau berhasil melakukannya setelah menemukan alat transfusi darah secara langsung dan mengingatkan bahwa hanya darah manusia yang dapat ditransfusikan ke manusia. Akan tetapi alat yang diciptakan oleh Dr. Lower itu baru bisa digunakan secara umum tahun 1901. Tepat pada tahun itu, Karl Landsteiner ilmuwan dari Wina berhasil menemukan jenis-jenis darah. Menurut temuan ini, jika jenis darah yang ditransfusikan tidak cocok maka terjadi penggumpalan sel darah merah, yang akan berlanjut pada kerusakan masing-masing darah tersebut (Abdul, 2007).

### 2.1.3 Dasar-Dasar Pemberian Transfusi Darah

Dasar-dasar pemberian transfusi darah secara rasional adalah pemilihan bahan transfusi yang tepat, jumlah sesuai dengan kebutuhan, pada saat yang tepat dan dengan cara yang benar, tepat klien dan waspada efek samping yang terjadi. Sehubungan dengan hal tersebut petugas kesehatan yang mempunyai kewenangan pemberian transfusi darah perlu memahami tentang transfusi darah antara lain berbagai komponen darah, manfaat masing-masing komponen, sirkulasi peredaran darah, stabilitas dan umur berbagai komponen darah dalam tubuh serta adanya indikasi transfusi itu sendiri.

Ada 5 indikasi umum transfusi darah adalah sebagai berikut :

1. Kehilangan darah akut, bila 20–30% total volume darah hilang dan perdarahan masih terus terjadi.
2. Anemia berat.
3. Syok septik (jika cairan IV tidak mampu mengatasi gangguan sirkulasi darah dan sebagai tambahan dari pemberian antibiotik).
4. Memberikan plasma dan trombosit sebagai tambahan faktor pembekuan, karena komponen darah spesifik yang lain tidak ada.
5. Transfusi tukar pada neonatus dengan ikterus berat (<http://www.ichrc.org/106-transfusi-darah>).

### 2.1.4 Keputusan Transfusi Darah

Keputusan melakukan transfusi harus selalu berdasarkan penilaian yang tepat dari segi klinis penyakit dan hasil pemeriksaan laboratorium. Seseorang membutuhkan darah bila jumlah sel komponen darahnya tidak mencukupi untuk

menjalankan fungsinya secara normal. Sel darah merah indikatornya adalah kadar hemoglobin (Hb). Indikasi transfusi secara umum adalah bila kadar Hb menunjukkan kurang dari 7 g/dl (Hb normal pada pria adalah 13-18 g/dl sedangkan pada perempuan adalah 12-16 g/dl).

Faktor penting dalam pemberian transfusi darah adalah sebagai berikut :

#### 1. Sebelum transfusi

Dokter harus menentukan jenis serta jumlah kantong darah yang akan diberikan. Oleh karena itu klien harus menjalani pemeriksaan laboratorium darah lengkap terlebih dahulu, untuk mengetahui kadar Hb. Dokter dapat menentukan secara pasti apakah klien menderita anemia atau tidak berdasarkan keadaan klinis klien serta pemeriksaan darah, selain itu juga untuk menentukan jenis transfusi. Misalnya klien dengan kadar trombosit yang sangat rendah jenis transfusi yang akan dipilih adalah transfusi trombosit. Selain itu klien juga ditimbang berat badannya karena menentukan jumlah darah yang akan diberikan. Dokter juga perlu menetapkan target kadar Hb yang ingin dicapai setelah transfusi. Hal tersebut disebabkan karena selisih antara target kadar Hb dengan Hb sebelum ditransfusi berbanding lurus dengan jumlah darah yang akan ditransfusi.

#### 1. Selama transfusi

Dalam pemberiannya transfusi harus diberikan secara bertahap, sedikit demi sedikit, karena dapat menyebabkan gagal jantung akibat beban kerja jantung yang bertambah secara mendadak.

## 2. Golongan darah dan rhesus

Golongan darah dan rhesus harus sama antara pendonor dan resipien. Manusia mempunyai tipe-tipe antigenik tertentu dikategorikan sebagai golongan darah atau tipe. Golongan darah terdiri dari A, B, AB, dan O. Seseorang memiliki antibodi terhadap plasma dari golongan darah yang lain. Seseorang dengan golongan darah A tidak dapat menerima golongan darah B dan sebaliknya. Golongan darah O akan disertai antibodi terhadap A dan B sedangkan golongan darah AB tidak akan menyebabkan timbulnya antibodi terhadap golongan darah lain. Rhesus ada dua jenis yaitu rhesus positif dan rhesus negatif. Orang Indonesia kebanyakan rhesusnya positif (+). Darah donor yang tidak cocok dengan darah resipien (penerima) maka dapat terjadi reaksi yang dapat membahayakan klien.

### 2.1.5 Jenis Transfusi Darah

#### 1. Darah Lengkap (*Whole Blood*)

*Whole blood* atau darah lengkap pada transfusi adalah darah yang diambil dari donor menggunakan *container* atau kantong darah dengan antikoagulan yang steril dan bebas pyrogen. *Whole blood* merupakan sumber komponen darah yang utama (Anonim, 2002). *Whole blood* diambil dari pendonor  $\pm$  450-500 ml darah yang tidak mengalami pengolahan. Komposisi *whole blood* adalah eritrosit, plasma, leukosit dan trombosit (Hutomo, 2011).

#### 2. Sel Darah Merah (*Packed Red Cell*)

*Packed Red Cell* (PRC) adalah suatu konsentrat eritrosit yang berasal dari sentrifugasi *whole blood*, disimpan selama 42 hari dalam larutan tambahan

sebanyak 100 ml yang berisi salin, adenin, glukosa, dengan atau tanpa manitol untuk mengurangi hemolisis eritrosit (Anindita, 2011).

### 3. Trombosit

Trombosit dibuat dari konsentrat *whole blood (buffy coat)*, dan diberikan pada pasien dengan perdarahan karena trombositopenia. Produk trombosit harus disimpan dalam kondisi spesifik untuk menjamin penyembuhan dan fungsi optimal setelah transfusi. Umur dan fungsi trombosit optimal pada penyimpanan di suhu ruangan 20-24°C (Cahyadi, 2011).

### 4. Plasma Beku (*Fresh Frozen Plasma*)

*Fresh Frozen Plasma* (FFP) adalah plasma segar yang dibekukan dalam waktu 8 jam dan disimpan pada suhu minimal -20°C dapat bertahan 1 tahun, yang berisi semua faktor koagulasi kecuali trombosit. FFP diberikan untuk mengatasi kekurangan faktor koagulasi yang masih belum jelas dan defisiensi anti-thrombin III. FFP berisi plasma, semua faktor pembekuan stabil dan labil, komplemen dari protein plasma. Volume sekitar 200 sampai 250 ml. Setiap unit FFP biasanya dapat menaikkan masing-masing kadar faktor pembekuan sebesar 2-3 % pada orang dewasa, dosis inisial adalah 10-15 ml/kg (Harlinda, 2006).

## 2.2 *Whole Blood* Pada Transfusi Darah

### 2.2.1 Pengertian

Darah yang diambil langsung dari donor yang disebut *whole blood* bercampur dengan antikoagulan yang sudah tersedia dalam kantong darah. Darah lengkap mempunyai komponen utama yaitu eritrosit, trombosit dan faktor

pembekuan labil (V, VIII). Satu unit kantong darah lengkap berisi 450 ml darah dan 63 ml antikoagulan. Di Indonesia, 1 kantong darah lengkap berisi 250 ml darah dengan 37 ml antikoagulan, ada juga yang 1 unit kantong berisi 350 ml darah dengan antikoagulan. Suhu simpan antara 2-4°C. Satu unit darah (250-450 ml) dengan antikoagulan sebanyak 15 ml / 100 ml darah (Sudoyo, 2009).

Masa penyimpanan *whole blood* ada dua, yaitu darah segar (*fresh blood*), darah yang disimpan kurang dari 6 jam, masih lengkap mengandung trombosit dan faktor pembekuan labil, serta darah yang disimpan (*stored blood*), yaitu darah yang sudah disimpan lebih dari 6 jam. Darah dapat disimpan maksimal sampai dengan 35 hari. Darah simpan tersebut mengandung trombosit dan sebagian faktor pembeku sudah menurun jumlahnya (Bakta, 2006).



Gambar 1. *Whole Blood*, dokumentasi pribadi  
(PMI Blora)

### 2.2.2 Tujuan Transfusi *Whole Blood*

*Whole blood* berguna untuk meningkatkan jumlah eritrosit dan plasma secara bersamaan. Dilakukannya transfusi *whole blood* harus melalui uji cocok serasi mayor dan minor antara darah donor dan pasien. Peningkatan hemoglobin post transfusi 450 mL darah lengkap adalah sebesar 0.9-1.2 g/dl dan peningkatan hematokrit 3-4 % (Chunaeni, 2012).

### 2.2.3 Indikasi

WB harus dicadangkan untuk pendarahan medis atau bedah yang parah, misalnya selama pendarahan saluran makanan yang cepat atau pada trauma mayor saat diperlukan pemulihan daya angkut oksigen, volume, dan faktor pembekuan. Bahkan pada syok hemoragik, kombinasi sel darah merah dan larutan kristaloid atau koloid biasanya efektif, pada keadaan darurat, pergantian volum secara cepat biasanya mendahului penggantian sel darah merah dan cairan resusitasi bebas sel harus digunakan apabila jenis darah resipien sedang ditentukan, bila deficit sel darah merah kritis, diindikasikan pemberian sel darah merah tipe O atau untuk spesifik tipe yang tidak dicocokkan terlebih dahulu. Darah lengkap berguna untuk meningkatkan jumlah sel darah merah dan volume plasma dalam waktu yang bersamaan, misalnya pada pendarahan aktif dengan kehilangan darah lebih dari 25-30 % volume darah total (Sudoyo, 2009).

### 2.2.4 Kontra Indikasi

Darah lengkap sebaiknya tidak diberikan pada pasien dengan anemia kronik yang normovolemik atau yang bertujuan meningkatkan sel darah merah.

### 2.2.5 Dosis dan Cara Pemberian

Satu unit darah lengkap 250 ml pada orang dewasa meningkatkan Hb sekitar 0.5-0.6 g/dl. Darah lengkap 8 ml/kg pada anak-anak akan meningkatkan Hb sekitar 1 g/dl. Pemberian darah lengkap sebaiknya melalui filter darah dengan kecepatan tetesan tergantung keadaan klinis pasien, namun setiap unitnya sebaiknya diberikan dalam 4 jam (Sudoyo, 2009).

## 2.3 Packed Red Cell (PRC) Pada Transfusi Darah

### 2.3.1 Pengertian

PRC merupakan komponen yang terdiri dari eritrosit yang telah dipisahkan dengan memisahkan komponen-komponen lain sehingga mencapai hematokrit 65-70%, yang berarti menghilangnya 125-150 ml plasma dari satu unitnya. PRC merupakan pilihan utama untuk anemia kronik karena volumenya yang lebih kecil dibandingkan dengan *whole blood*. Setiap unit PRC mempunyai volume kira-kira 128-240 ml, tergantung volume kadar hemoglobin donor dan proses separasi komponen awal. Volume darah diperkirakan mengandung plasma 50 ml atau antara 20-150 ml (Alimoenthe, 2011).

PRC dibuat khusus di dalam kantong plastik pada saat segera setelah donasi darah diputar secara khusus sehingga terpisah dari komponen-komponen lain, jauh lebih baik dan lebih tahan lama disimpan. *Packed cells* dibuat dengan cara pengendapan darah didalam botol lalu bagian plasmanya disedot keluar tidak menghasilkan komponen yang ideal karena sudah terbuka resiko kontaminasi

pada waktu penghisapan. Waktu penyimpanannya hanya sampai 24 jam didalam alat pendingin darah (Depkes RI, 2008).



Gambar 2. *Packed Red Cell*, dokumentasi pribadi  
(PMI Blora)

### 2.3.2 Tujuan Transfusi PRC

Tujuan transfusi PRC adalah untuk menaikkan hemoglobin klien tanpa menaikkan volume darah secara nyata. Keuntungan menggunakan PRC dibandingkan dengan WB adalah kenaikan Hb dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan, mengurangi kemungkinan penularan penyakit dan reaksi imunologis, volume darah yang diberikan lebih sedikit sehingga kemungkinan *overload* berkurang serta komponen darah lainnya dapat diberikan kepada klien yang lain.

### 2.3.3 Indikasi

PRC digunakan pada pasien anemia yang tidak disertai penurunan volume darah, misalnya pasien dengan anemia hemolitik, anemia hipoplastik kronik, leukemia akut, leukimia kronik, penyakit keganasan, talasemia, gagal ginjal

kronis, dan perdarahan-perdarahan kronis yang ada tanda “*oxygen need*” (rasa sesak, mata berkunang, palpitasi, pusing dan gelisah). PRC diberikan sampai tanda *oxygen need* hilang, biasanya pada hemoglobin 8-10 gr/dl.

Transfusi PRC hampir selalu diindikasikan pada kadar Hb < 7 g/dl, terutama pada anemia akut. Transfusi dapat ditunda jika pasien asimtomatik atau penyakitnya memiliki terapi spesifik lain, maka batas kadar Hb yang lebih rendah dapat diterima. Transfusi sel darah merah dapat dilakukan pada kadar Hb 7-10 g/dl apabila ditemukan hipoksia atau hipoksemia yang bermakna secara klinis dan laboratorium.

Transfusi tidak dilakukan bila kadar Hb  $\geq 10$  g/dl, kecuali bila ada indikasi tertentu, misalnya penyakit yang membutuhkan kapasitas transport oksigen lebih tinggi (contoh: penyakit paru obstruktif kronik berat dan penyakit jantung iskemik berat).

#### 2.3.4 Dosis

Sel darah merah ada tiga jenis yaitu sel darah merah pekat (*packed red cell*=PRC ), suspensi sel darah merah, dan sel darah merah yang dicuci. Indikasi mutlak pemberian PRC adalah bila Hb penderita 5 g/dl. Jumlah PRC yang diperlukan untuk menaikkan Hb dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah PRC} = \text{Hb} \times 3 \times \text{BB}$$

Hb = selisih Hb yang diinginkan dengan Hb sebelum transfusi

BB= berat badan

## **2.4 Hemoglobin (Hb)**

### **2.4.1 Pengertian Hemoglobin**

Hemoglobin adalah molekul protein yang ada dalam eritrosit yang berfungsi membawa oksigen keseluruh jaringan tubuh, memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen membentuk *oxihemoglobin* di dalam sel darah merah, melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan. Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah (Evelyn, 2009).

Sebuah molekul hemoglobin memiliki empat gugus hem yang mengandung besi fero dan empat rantai globin. Satu molekul hem mengandung satu atom besi, satu protein globin yang hanya dapat mengikat satu molekul hem. Hemoglobin berada di dalam eritrosit yang berfungsi mengikat oksigen di paru-paru dan melepaskan oksigen tersebut ke seluruh tubuh (Brooker, 2005).

Hemoglobin berfungsi antara lain untuk mengikat dan membawa oksigen dari paru paru ke seluruh jaringan tubuh, mengikat dan membawa CO<sub>2</sub> dari seluruh jaringan tubuh ke paru paru, memberi warna merah pada darah, dan mempertahankan keseimbangan asam-basa tubuh (Arisman, 2004).

### **2.4.2 Kadar Hemoglobin (Hb)**

Kadar hemoglobin adalah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran-butiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah 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. Nilai normal untuk kadar hemoglobin antara 13-18 g/dl untuk laki-laki dan 12-16 g/dl untuk wanita atau 8.1-11.2 milimol/L untuk laki-laki dan 7.4-9.9 milimol/L untuk wanita (WHO dalam Arisman, 2004).

### **2.4.3 Struktur Hemoglobin (Hb)**

Molekul hemoglobin terdiri dari globin, apoprotein, dan empat gugus heme, suatu molekul organik dengan satu atom besi. Mutasi pada gen protein hemoglobin mengakibatkan suatu golongan penyakit menurun yang disebut hemoglobinopati, diantaranya yang paling sering ditemui adalah anemia sel sabit dan talasemia. Hemoglobin tersusun dari empat molekul protein (globulin chain) yang terhubung satu sama lain. Hemoglobin normal orang dewasa (HbA) terdiri dari 2 alpha-globulin chains dan 2 beta-globulin chains, sedangkan pada bayi yang masih dalam kandungan atau yang sudah lahir terdiri dari beberapa rantai beta dan molekul hemoglobinya terbentuk dari 2 rantai alfa dan 2 rantai gama yang dinamakan sebagai HbF. Hemoglobin pada manusia dewasa berupa tetramer (mengandung 4 subunit protein), terdiri dari masing-masing dua subunit alfa dan beta yang terikat secara non kovalen. Subunit-subunitnya mirip secara struktural dan berukuran hampir sama. Tiap subunit memiliki berat molekul kurang lebih 16,000 Dalton, sehingga berat molekul total tetramernya menjadi sekitar 64,000 Dalton.

Pusat molekul terdapat cincin heterosiklik yang dikenal dengan porfirin yang menahan satu atom besi, atom besi ini merupakan situs/loka ikatan oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme. Tiap subunit hemoglobin mengandung satu heme, sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki kapasitas empat molekul oksigen. Molekul heme inilah zat besi melekat dan menghantarkan oksigen serta karbondioksida melalui darah.

Kapasitas hemoglobin untuk mengikat oksigen bergantung pada keberadaan gugus prostetik yang disebut heme. Gugus heme yang menyebabkan darah berwarna merah, terdiri dari komponen anorganik dan pusat atom besi. Komponen organik yang disebut protoporfirin terbentuk dari empat cincin pirol yang dihubungkan oleh jembatan metena membentuk cincin tetra pirol. Empat gugus mitral dan gugus vinil dan dua sisi rantai propionol terpasang pada cincin ini (Nelson, 2005).

Hemoglobin juga berperan penting dalam mempertahankan bentuk sel darah yang bikonkaf, jika terjadi gangguan pada bentuk sel darah ini, maka keluwesan sel darah merah dalam melewati kapiler jadi kurang maksimal. Hal inilah yang menjadi alasan mengapa kekurangan zat besi bisa mengakibatkan anemia. Jika nilainya kurang dari nilai diatas bisa dikatakan anemia, dan apabila nilainya kelebihan akan mengakibatkan polinemis (Evelyn, 2009).

#### **2.4.4 Fungsi Hemoglobin (Hb)**

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

dalam menerima, menyimpan dan melepas oksigen di dalam sel-sel otot. Sebanyak kurang lebih 80% besi tubuh berada di dalam hemoglobin (Sunita, 2006).

Menurut Depkes RI (2008) adapun guna hemoglobin antara lain :

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

#### **2.4.5 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin**

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin adalah :

1. Kecukupan Besi dalam tubuh

Menurut Parakkasi (2006), besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin, sehingga anemia gizi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah. Besi juga merupakan mikronutrien essensial dalam memproduksi hemoglobin yang berfungsi mengantar oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, untuk diekskresikan ke dalam udara pernafasan, sitokrom, dan komponen lain pada sistem enzim pernafasan seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase.

Besi berperan dalam sintesis hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot. Kandungan  $\pm 0,004$  % berat tubuh (60-70%) terdapat dalam hemoglobin yang disimpan sebagai feritin di dalam hati, hemosiderin didalam limfa dan sumsum tulang (Zarianis, 2006).

## 2. Metabolisme Besi dalam tubuh

Menurut Wirakusumah (2004), besi yang terdapat di dalam tubuh orang dewasa sehat berjumlah lebih dari 4 gram. Besi tersebut berada di dalam sel-sel darah merah atau hemoglobin (lebih dari 2,5 g), mioglobin (150 mg), phorphyrin cytochrome, hati, limfa dan sumsum tulang (> 200-1500 mg).

Ada dua bagian besi dalam tubuh, yaitu bagian fungsional yang dipakai untuk keperluan metabolik dan bagian yang merupakan cadangan. Hemoglobin, mioglobin, sitokrom, serta enzim hem dan non hem adalah bentuk besi fungsional dan berjumlah antara 25-55 mg/kg berat badan, sedangkan besi cadangan apabila dibutuhkan untuk fungsi-fungsi fisiologis dan jumlahnya 5-25 mg/kg berat badan. Feritin dan hemosiderin adalah bentuk besi cadangan yang biasanya terdapat dalam hati, limpa dan sumsum tulang. Metabolisme besi dalam tubuh terdiri dari proses absorpsi, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan dan pengeluaran (Zarianis, 2006).

### 2.5 Pemeriksaan Hemoglobin Setelah Transfusi Darah

Mekanisme penderita anemia dalam keadaan hemoglobin yang rendah, untuk memenuhi kebutuhan jaringan akan oksigen maka akan terjadi peningkatan denyut jantung. Peningkatan dan pelepasan O<sub>2</sub> oleh hemoglobin sangat tergantung

dari konsentrasi 2–3 difosfogliserida (2-3DPG). Afinitas oksigen pada hemoglobin akan berkurang (Supandiman, 2007).

Selama penyimpanan sel darah merah terdapat penurunan kadar 2,3-difosfogliserat (2,3 DPG), setelah transfusi kadar 2,3 DPG kembali normal dalam 24 jam. Faktor pembatas dalam menentukan simpanan sel darah merah bank darah adalah kemampuan sel darah merah beredar normal menjadi sferis karena perubahan dalam metabolisme energi. Hal ini disertai peningkatan kekakuan sel darah merah dan setelah beberapa lama kerusakan sel menjadi tidak reversibel, jika sel darah merah ditransfusi pada saat penyimpanan maksimum sampai 20-30 %, sel darah merah dapat rusak dalam 24 jam, sisanya memperlihatkan umur hampir normal, sehingga dibutuhkan waktu untuk pemeriksaan hemoglobin pasca transfusi darah pasien diambil pada 6 jam dan/atau 24 jam setelah transfusi (Hoffbrand, 2001).

### **2.5.1 Spesimen**

Spesimen atau bahan pemeriksaan kadar hemoglobin adalah darah lengkap (*whole blood*) yang diperoleh dari darah vena maupun darah kapiler. Darah lengkap yaitu darah yang sama bentuk atau kondisinya seperti ketika beredar dalam aliran darah (Riswanto, 2013).

### **2.5.2 Antikoagulan EDTA**

Antikoagulan EDTA (*Ethylene Diamine Tetra Acetate*) merupakan antikoagulan yang baik dan sering digunakan untuk berbagai macam pemeriksaan hematologi. Digunakan dalam bentuk garam  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  atau  $\text{K}_2\text{EDTA}$ .  $\text{K}_2\text{EDTA}$  lebih banyak digunakan karena daya larut dalam air kira-kira 15 kali lebih besar

dari Na<sub>2</sub>EDTA. EDTA dalam bentuk kering dengan pemakaian 1-1,5 mg EDTA / ml sedang dalam bentuk larutan EDTA 10 % pemakaiannya 0,1 ml / ml darah. Garam-garam EDTA mengubah ion kalsium dari darah menjadi bentuk yang bukan ion. Tiap 1 miligram EDTA menghindarkan membekunya 1 mililiter darah (Gandasoebrata, 2013).

### 2.5.3 Metode Otomatis

*Hematology Analyzer* adalah alat yang dipergunakan secara in vitro untuk melakukan pemeriksaan hematologi secara otomatis, menggunakan reagen maupun *cleaning* sesuai dengan *manual book*. Analisis semua data akan ditampilkan di IPU (*Information Proseing Unit*), dengan kapasitas analisa 80 spesimen /jam (Sysmex Manual Book).

Pemeriksaan *Hematology Analyzer* termasuk sebagai *gold standar* dalam menegakan diagnosis pemeriksaan hematologi termasuk penetapan kadar hemoglobin. Ada beberapa metode pengukuran yang digunakan pada alat *Hematology Analyzer*, yaitu: Electrical Impedance, Fotometri, Floctometry, dan Histogram. Hemoglobin diukur melalui metode fotometri dan *non cyanide SLS-Hb method*. *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS) adalah surfaktan *anionic* yang bersifat hidrofobik dan berikatan sangat kuat dengan protein. Terdapat 4 tahap reaksi *non cyanide SLS-Hb method*, setelah sel darah merah mengalami lisis, absorpsi SLS pada membran sel darah merah menghasilkan perubahan struktur protein. Tahap kedua adalah perubahan konformasi molekul globin. Tahap ketiga, perubahan hemoglobin dari Fe<sup>2+</sup> menjadi Fe<sup>3+</sup> yang diinduksi perubahan molekul globin pada

tahap sebelumnya. Tahap terakhir adalah terjadinya ikatan antara gugus hidrofil dari SLS dengan  $\text{Fe}^{3+}$  membentuk kompleks yang stabil (Sysmex Manual Book).

Alat *hematology analyzer* memiliki beberapa kelebihan, diantaranya efisiensi dalam waktu dan volume sampel. Hasil yang dikeluarkan oleh alat *hematology analyzer* sudah melalui *quality control* yang dilakukan oleh *intern* laboratorium. Kekurangan *hematology analyzer* antara lain perawatan, suhu ruangan, harus dilakukan kontrol secara berkala (Sysmex, 2013).



Gambar 3. Alat *Hematology analyzer*, dokumentasi pribadi  
(Laboratorium Hematologi Klinik Pratama Bakti Padma Blora)

## 2.6 Sumber Kesalahan Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

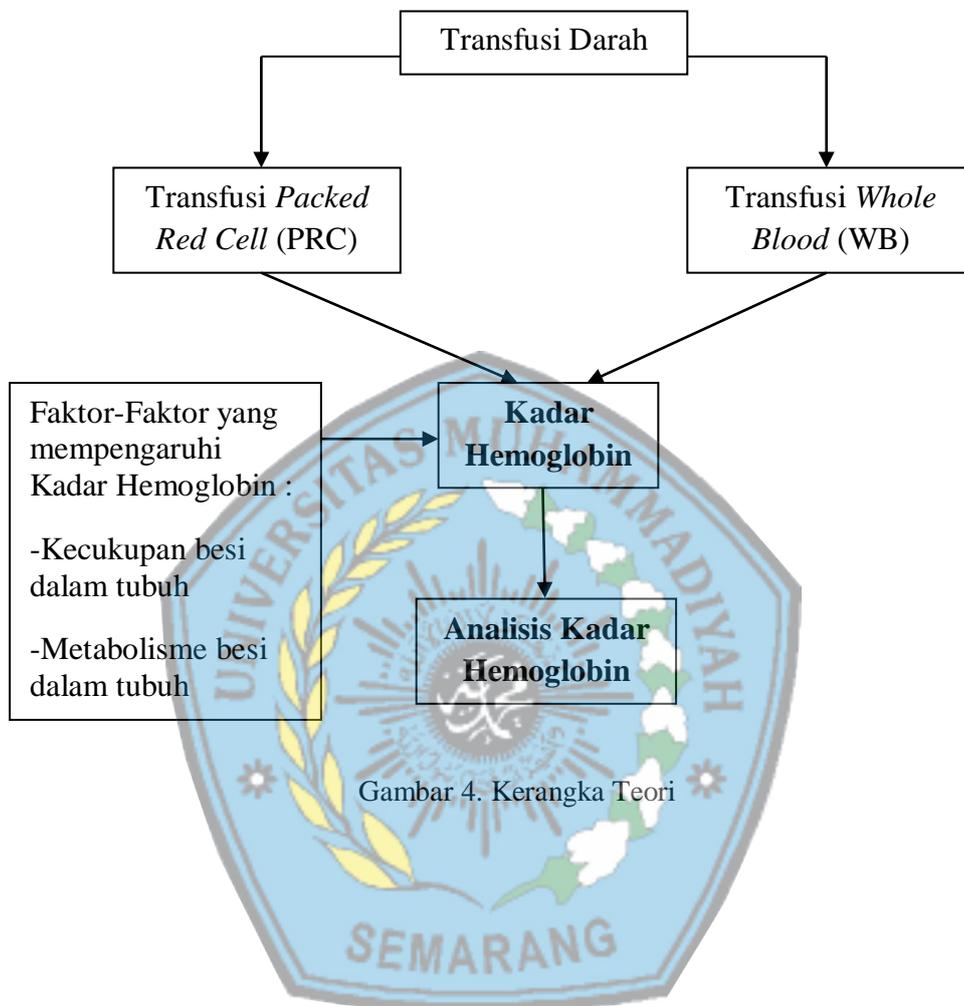
1. Tahap Pra Analitik atau tahap persiapan awal, dimana tahap ini sangat menentukan kualitas sampel yang nantinya akan dihasilkan dan mempengaruhi proses kerja berikutnya. Tahap pra analitik meliputi :
  - a. Kondisi pasien, sebelum pengambilan spesimen form permintaan laboratorium diperiksa. Identitas pasien harus ditulis dengan benar (nama,

umur, jenis kelamin, nomor rekam medis dan sebagainya) disertai diagnosis atau keterangan klinis. Identitas harus ditulis dengan benar sesuai dengan pasien yang akan diambil specimen.

- b. Teknik atau cara pengambilan spesimen harus dilakukan dengan benar sesuai *Standard Operating Procedure* (SOP) yang ada.
  - c. Spesimen yang akan diperiksa volume mencukupi, kondisi baik tidak lisis, segar atau tidak kadaluwarsa, tidak berubah warna, tidak berubah bentuk, pemakaian antikoagulan atau pengawet tepat, ditampung dalam wadah yang memenuhi syarat dan identitas sesuai dengan data pasien.
2. Tahap Analitik adalah tahap pengerjaan pengujian sampel sehingga diperoleh hasil pemeriksaan. Tahap analitik perlu memperhatikan reagen, alat, metode pemeriksaan, pencampuran sampel dan proses pemeriksaan.
  3. Tahap Paska Analitik atau tahap akhir pemeriksaan yang dikeluarkan untuk meyakinkan bahwa hasil pemeriksaan yang dikeluarkan benar – benar valid atau benar (Budiwiyono, 2002).

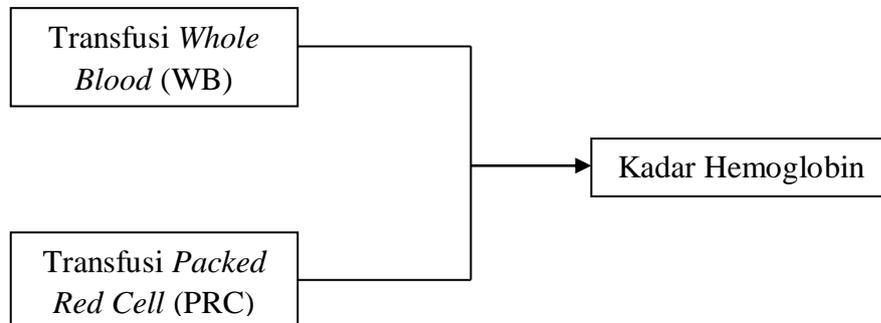


## 2.7 Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

## 2.8 Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep

## 2.9 Hipotesis

Ada pengaruh transfusi *whole blood* dan *packed red cell* terhadap kadar hemoglobin.



