

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Whole Blood (WB)

Darah terdiri atas dua bagian yang penting yaitu plasma darah yang merupakan bagian cairan darah yang sebagian besar terdiri atas air, elektrolit, dan protein darah serta butir-butir darah yang terdiri atas sel darah merah (SDM), leukosit atau sel darah putih (SDP), trombosit atau keping darah (Bakta, 2013).

Transfusi adalah proses pemindahan darah atau komponen darah dari seseorang (donor) ke orang lain (resipien). Bahan-bahan yang dapat ditransfusikan adalah darah (*whole blood*). Satu unit darah (250-450 ml) dengan atikoagulan sebanyak 15 ml /100 darah.

Dilihat dari masa penyimpanan maka *whole blood* dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Darah segar (*fresh blood*): darah yang disimpan kurang dari 6 jam, masih lengkap mengandung trombosit dan faktor pembeku.
- b. Darah yang disimpan (*stored blood*): darah yang sudah disimpan lebih dari 6 hari.

Darah dapat disimpan sampai dengan 35 hari. Darah simpan kandungan trombosit dan sebagian faktor pembeku (terutama faktor labil) sudah menurun jumlahnya (Bakta, 2006).

2. *Packed Red Cells (PRC)*

Packed Red Cells adalah sel yang tersisa setelah hampir semua plasma dipindahkan dari darah lengkap atau *whole blood* (*WB*) (McCullough, 2012). *PRC* mungkin mengandung sejumlah besar lekosit dan trombosit tergantung metoda sentrifugasi (PMK, 2015). Kadar hematokrit *PRC* adalah kurang dari atau sama dengan 80% jika disiapkan dari *WB* dalam larutan pengawet *citrato-fosfat-dextrose* (*CPD*), *citrato-fosfat-dextrose-dextrose* (*CPD2*), atau *citrato-fosfat-dextrose-adenine* (*CPDA-1*) (Brecher, 2005). *PRC* 150–200 ml mengandung hemoglobin kurang lebih 20 g/100 ml, kadar hematokrit 55 – 75 % (WHO, 1998).

Indikasi utama pemakaian *PRC* adalah untuk mengembalikan kemampuan oksigenasi pada kondisi-kondisi kehilangan darah, anemia, atau haemoglobinopati. Satu unit *PRC* bisa menaikkan kadar hemoglobin orang dewasa rata-rata 1g/dL dan hematokrit 3%. Pemberian *PRC* pada anak dengan dosis 3ml/kg berat badan bisa menaikkan hemoglobin 1 g/dL dan hematokrit 3% (Hillyer et al., 2007).

Packed Red Cells harus disimpan di dalam lemari pendingin pada suhu 2-6 °C untuk mempertahankan masa hidup eritrosit secara optimum. Sekali dikeluarkan oleh Bank Darah Rumah Sakit (BDRS), *PRC* harus ditransfusikan dalam waktu 30 menit. Darah harus disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 2-6 °C jika transfusi tidak bisa dimulai dalam waktu tersebut (McClelland 2007;Simon et al., 2009). Darah harus dibuang

apabila ketentuan ini tidak dipenuhi (Simon et al., 2009). Transfusi harus sudah selesai dilakukan dalam waktu 4 jam (McClelland, 2007)

Eritrosit akan berubah bentuk, kehilangan daya hidup dan akhirnya pecah pada penyimpanan. Pertama-tama eritrosit membentuk benjolan yang berubah jadi spikula dan eritrosit akhirnya berantakan, secara keseluruhan, penurunan fraksi *PRC* bertahan setelah kembali ke sirkulasi. Hal ini disebut dengan lesi penyimpanan. Perubahan bentuk eritrosit selama penyimpanan, mula-mula bentuk disk bikonkaf, berkembang seperti bentuk tombol lalu terlihat seperti ekinotik tumpul, kemudian berbentuk spikula tajam yang bisa melukai membran. Hilangnya membran membuat eritrosit semakin kecil dan lebih kaku, berbentuk sferis dan akhirnya pecah. Jelas sudah bahwa *PRC* yang disimpan tidak hanya kehabisan energi metabolismik tapi juga mengalami kematian sel (Hillyer , 2007)

3. Tahap yang perlu diperhatikan yang dapat mempengaruhi kualitas dari komponen darah

a. Tahap pengumpulan darah

Pada tahap ini yang perlu diperhatikan adalah pengawet atau antikoagulan yang dipakai, larutan aditif, bahan kemasan darah (kantong darah), dan peralatan yang dipakai. Hal-hal yang harus dipertahankan dalam kondisi bersih dan higenis. Kandungan bakteri pada peralatan yang dipakai selama pemrosesan komponen darah serta lingkungan tempat pemrosesan harus selalu

dimonitor. Bila komponen darah diperoleh memakai teknik *apheresis*, perlu diperhatikan kontrol dan kebersihan alat yang digunakan, serta harus divalidasi (Keitel, 2011).

b. Tahap pemisahan komponen

Pemisahan komponen darah dapat dilakukan dengan cara pemutaran (*centrifugasi*), filtrasi dan pencucian (*washing*). Cara sentrifugasi sel darah ditentukan terutama oleh ukurannya, juga perbedaan densitasnya dari cairan sekelilingnya. Faktor-faktor lain adalah viskositas medium dan fleksibilitas sel (tergantung suhu). Suhu optimal untuk sentrifugasi berkenaan dengan faktor ini adalah $\geq 20^{\circ}\text{C}$ (Keitel, 2015)

Pada fase awal sentrifugasi, cairan sekeliling merupakan campuran plasma dan larutan antikoagulan. Leukosit dan *RBC* diputar keluar lebih cepat daripada trombosit karena mempunyai volume yang lebih besar daripada trombosit. Bergantung pada waktu dan kecepatan pemutaran, kebanyakan leukosit dan *RBC* menempati pertengahan bawah kantong dan pertengahan atas mengandung *Platelet Rich Plasma (PRP)*. Pada akhir sentrifugasi *cell-free* plasma menempati bagian atas kantong dan *RBC* pada bagian bawah (Blaney & Howard, 2013; Keitel, 2015).

c. Tahap penyimpanan komponen darah

Kondisi penyimpanan untuk komponen darah dirancang untuk memelihara viabilitas dan fungsionalitas optimal selama keseluruhan periode penyimpanan. Risiko kontaminasi bakterial menurun banyak jika hanya memakai sistem penyimpanan dan pemisahan tertutup. Komponen darah disimpan pada suhu 20-24 °C untuk produk *TC*, pada suhu 2-6 °C untuk produk *WB*, *PRC*, *LP* atau suhu dibawah 0 °C atau -30 °C untuk produk *FFP* dan *AHF*. Apapun peralatan penyimpanan yang dipilih, beberapa point berikut harus diperhatikan : (Blaney & Howard 2013, Keitel, 2015)

- 1) *Refrigerator* dan *freezer* harus mempunyai kapasitas cukup dan ruangannya harus mudah diperiksa.
- 2) Suhu didalam unit harus seragam terdistribusi.
- 3) Peralatan harus mempunyai pencatatan suhu dan perlengkapan alarm .
- 4) Peralatan harus mudah dibersihkan dan harus tahan detergen kuat, juga harus sesuai dengan persyaratan keamanan local.
- 5) Ruang untuk tiap jenis komponen harus ditentukan secara jelas
- 6) Suhu dalam peralatan penyimpanan harus secara terus menerus dicatat.
- 7) Sistem alarm sebaiknya mempunyai tanda akustik dan optikal dan harus secara teratur dites.

- 8) *Refrigerator* dan *freezer* untuk komponen darah idealnya harus disambungkan dengan unit power cadangan dan juga supply utama
(Blaney & Howard 2013, Keitel, 2015)

d. Tahap pendistribusian komponen darah

Komponen darah harus ditransport oleh sistem yang telah divalidasi untuk mempertahankan integritas komponen melalui masa maksimal yang dianjurkan dan suhu transport yang ditentukan. Direkomendasikan beberapa indikator suhu dipakai untuk memantau suhu dalam transit. Unit darah yang dibekukan ditransport dengan “*dry ice*”, karena produk yang dibekukan rapuh harus dikemas secara hati-hati. Bila *dry ice* menguap, rongga ekstra yang diciptakan membuat unit bergerak dalam container dan dapat pecah. Trombosit harus dipertahankan pada suhu 20-24 ° C selama pengiriman. Berhentinya agitasi trombosit selama transportasi tidak boleh melebihi 24 jam
(Blane & Howard, 2013)

4. Hemoglobin

a. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah suatu senyawa dengan Fe yang dinamakan *conjugated protein*. Sebagai intinya dan dengan rangka *protoperphyrin* dan globin yang menyebabkan warna darah merah karena Fe ini. Eryt Hb berikatan dengan karbondioksida menjadi *karboxy hemoglobin* dan warnanya merah tua. Darah arteri

mengandung oksigen dan darah vena mengandung karbondioksida (Depkes RI, 2008).

Hemoglobin adalah pigmen merah dan dapat menyerap cahaya maksimum pada panjang gelombang 540 nm. Jika sel darah merah dalam konsentrasi tertentu mengalami lisis terjadi pembebasan Hb yang bisa diukur secara spektrofotometris pada panjang gelombang 540 nm yang konsentrasinya setara dengan densitas optis (Sacher, 2012).

Hemoglobin merupakan suatu protein yang kaya zat besi, memiliki afinitas (daya gabung) terhadap O₂ dan dengan O₂ itu akan membentuk suatu oksiHb di dalam sel darah merah. Melalui fungsi ini oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan seluruh tubuh (Pearce, 2013).

b. Struktur Hemoglobin

Struktur Hb terdiri satu golongan *heme* dan *globin* yang terdiri dari 4 rantai polipeptida. Rantai polipeptidanya terdiri dari dua rantai α dan dua rantai β dengan masing-masing rantai berikatan dengan satu grup heme. Polipeptida terdiri dari asam amino yang terikat menjadi rantai dengan urutan tertentu. Sintesis Hb diawali dari peritoblas dan kemudian dilanjutkan di dalam retikulosit, karena retikulosit meninggalkan sumsum tulang dan masuk ke dalam aliran darah, maka retikulosit tetap membentuk sedikit Hb selama beberapa hari berikutnya (Kosasih, 2008).

c. Jenis-jenis Hemoglobin

Ada tiga jenis Hemoglobin yaitu

- 1) Hemoglobin *Adult* (HbA) merupakan kebanyakan dari Hemoglobin orang dewasa, tersusun atas dua rantai α dan dua rantai β , HbA merupakan jenis Hb yang utama (95% - 97%), tapi masih terdapat pula sebagian kecil HbA₂ (2% - 3%) dan HbA₁.
- 2) Hemoglobin *Embrio* (HbE) merupakan Hb primitif yang dibentuk oleh eritrosit imatur di dalam *yolk sac*. HbE ditemukan di dalam embrio dan akan tetap ada sampai umur gestasi 12 minggu.
- 3) Hemoglobin *Fetal* (HbF) merupakan Hb utama pada fetus dan *newborn*. Hemoglobin jenis ini mempunyai rantai globin 2α dan 2γ . HbF sudah mulai disintesis di hepar sejak umur gestasi lima minggu dan akan tetap ada sampai beberapa bulan setelah kelahiran (Tawoto & Wasnidar , 2007).

d. Kadar Hemoglobin

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 dan jumlah ini disebut 100 persen (Pearce, 2009). Batas normal nilai hemoglobin seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. Namun WHO telah

menetapkan batas kadar haemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin (*WHO* , 2002).

Perhatikan Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kadar Hb

Usia	Kadar Hb (g/dl)
Laki-laki dewasa	14,00 – 18,00
Wanita dewasa	12,00 – 16,00
Anak-anak (2 – 6 tahun)	11,00 – 14,00
Anak-anak (6 – 12 tahun)	12,00 – 16,00
Bayi	10,00 – 15,00
Bayi baru lahir	16,00 - 25,00

(Sumber : Wintrobe, 2009)

e. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin fungsi utamanya membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan dalam tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari dalam tubuh.

Menurut Depkes RI fungsi dari hemoglobin adalah :

- 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 tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk di buang.
- 4) Menjaga darah pada pH yang seimbang.

Pengukuran kadar hemoglobin digunakan untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak. Penurunan kadar hemoglobin seseorang dari normal berarti kekurangan darah, suatu kondisi yang disebut anemia.

f. Sintesis Hemoglobin

Sintesis hemoglobin dimulai dari dalam eritrosit dan terus berlangsung sampai tingkat normoblas dan retikulosit dalam darah. Langkah awal dari sintesis yaitu pembentukan pirol, selanjutnya empat senyawa pirol bersatu membentuk senyawa protoporfirin, yang kemudian berikatan dengan besi membentuk molekul *heme*. Akhirnya empat molekul *heme* berikatan dengan satu molekul globin adalah suatu globin yang disintesis dalam ribosom reticulum endoplasma membentuk Hb (Guyton, 2008).

g. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hb

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin diantaranya usia, jenis kelamin, aktivitas, posisi (berdiri, berbaring), variasi diurnal, ketinggian, kehamilan, merokok dan penyakit kronis (Dacie & Lewis, 2011).

5.Metode Pemeriksaan Hemoglobin

a. Metode Impedansi dan *Flow cytometry*

Prinsip kerja impedansi didasarkan pada deteksi dan pengukuran perubahan hambatan listrik yang dihasilkan oleh sel-sel darah saat melintasi sebuah lubang kecil (*aperture*), ukuran sel

darah akan diketahui dari getaran elektroda, penghitungan sel darah dihitung dari banyaknya getaran-getaran dan akan dibaca berdasarkan besar sel itu sendiri, hasil kadar hemoglobin dengan *analyzer* ditampilkan pada lembar *print out* sebagai Hb.(Riswanto, 2013).

Metode ini memiliki kelebihan yaitu waktu untuk pemeriksaan cepat, mudah cara pengoperasianya, alat sudah terkoneksi dengan LIS sehingga mengurangi kesalahan petugas, berbagai parameter bisa diukur secara sekaligus, parameter yang secara manual tidak dapat diukur maka dengan alat ini dapat diukur dengan mudah, layar monitor cukup lebar, akurasi hasil mudah dievaluasi karena alat dapat dikontrol akurasinya. Sedang kekurangannya adalah harga lebih mahal, dan memerlukan perawatan berkala (Mengko, 2013).

b. Metoda Cyanmethemoglobin

Hemoglobin darah diubah menjadi sianmethemoglobin (hemoglobinsianida) dalam larutan yang berisi kalium ferrisianida dan kalium sianida. Absorbsi larutan diukur pada gelombang 540 nm atau filter hijau. Larutan drabkin yang dipakai pada cara ini mengubah hemoglobin, oksihemoglon, methemoglobin dan karboksihemoglobin menjadi sianmethemoglobin. Sulfhemoglobin tidak berubah dan karena itu tidak ikut diukur (Gandasoebrata, 2008).

c. Metoda Sahli

Metoda ini sekarang sudah banyak ditinggalkan karena tingkat kesalahannya yang tinggi.

6. Hematokrit

Nilai hematokrit dapat digunakan sebagai tes skrining sederhana untuk anemia, sebagai referensi kalibrasi untuk metode otomatis hitung sel darah, dan secara kasar untuk membimbing keakuratan pengukuran hemoglobin. Nilai hematokrit yang dinyatakan dalam % sekitar tiga kali kadar Hb. Sehubungan dengan estimasi dari Hb dan sel darah merah, nilai hematokrit dapat digunakan dalam perhitungan nilai indeks sel darah merah.

7. Akurasi dan Presisi

Uji akurasi dan presisi termasuk dalam salah satu kegiatan pemantapan mutu internal. Uji ini harus dilakukan terlebih dahulu sebelum memulai pemeriksaan sampel, tujuannya adalah untuk memastikan metode pemeriksaan pemeriksaan layak untuk digunakan dan juga guna memastikan bahwa hasil pengukuran dari alat tersebut adalah valid.

Akurasi adalah kemampuan untuk mendapatkan nilai benar yang diinginkan dan hasilnya dinyatakan dalam persen. Hasil akurasi dilihat dari kadar analit terletak di dalam atau diluar rentang nilai control, jika hasil masuk di dalam rentang nilai

control maka dapat dinyatakan hasil pemeriksaan adalah tepat (Riyanto, 2014).

Untuk menjamin akurasi dan presisi pengukuran, alat harus selalu dikalibrasi dan dikontrol secara berkala. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan suatu bahan yang menyerupai darah manusia namun dengan nilai-nilai yang sudah diketahui. Kalibrasi dilakukan ketika alat baru pertama kali dioperasikan atau dalam kondisi tertentu. Kontrol dilakukan secara berkala dengan menggunakan bahan yang mempunyai nilai target dalam rentang tertentu. Apabila hasil pengukuran alat sesuai dengan rentang yang ditentukan berarti alat masih dalam kondisi baik. Apabila hasil pengukuran keluar dari rentang yang ditentukan maka perlu dilakukan tindakan pada alat tersebut (Mengko, 2013).

8. Sedimentasi

Proses pengendapan dalam darah terjadi dalam 3 tahap yaitu tahap pertama adalah fase pembentukan rouleaux dimana sel-sel eritrosit tersusun bertumpuk-tumpuk yang berlangsung dalam waktu 10 menit, tahap kedua adalah fase pengendapan rouleaux sel darah merah dengan kecepatan konstan yang berlangsung selama 40 menit, dan tahap ketiga adalah fase pengendapan eritrosit dengan kecepatan melambat disertai proses pemadatan eritrosit. (Fischbach & Dunning III, 2009).

Sedimentasi jika sentrifus tidak tersedia, sel darah merah dapat dipisahkan dari plasmanya dengan meletakkan kantong darah dengan posisi berdiri di dalam *refrigerator* darah untuk beberapa hari untuk membiarkan sel mengendap secara gravitasi, namun demikian pemisahan tidak sempurna dan komponen darah memiliki keterbatasan waktu penggunaan. (PMK, 2015)

Sedimentasi disini adalah prosedur pemisahan WB dengan cara gaya gravitasi, darah diendapkan dalam *refrigerator* selama 24 jam kemudian *PRC* dipisahkan dari plasmanya. Prosedurnya :

- a. *Whole Blood* yang sudah diambil dari donor disimpan dalam *refrigerator* suhu $2 - 6^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
- b. Setelah mengendap WB diambil kemudian di letakkan di *Compomat G4* atau *G5* dengan label menghadap kedepan. Pilih program pada compomat *G4 / G5* (Program *Double bag*) ikuti prosedur pemakaian *Compomat G4 / G5*. Patahkan *canula* dikantong darah lengkap alirkan plasma kedalam kantong satelit. Plasma yang ditinggalkan dalam kantong utama ± 2 cm dari permukaan sel darah merah. Lepaskan rangkaian dari masing-masing kantong komponen. Sealer selang penghubung antara kantong utama dan kantong satelit dengan *electric sealer*. Gunting selang penghubung sehingga didapatkan komponen darah *PRC* dan *LP*. Timbang *PRC* nya dan tulislah volumenya pada label /

identitas. Berat produk darah komponen dikonfersikan dengan volume (dibuat tabel penimbangan).

- c. *Liquid Plasma* yang tersisa dikantong satelit di buang ke sampah medis plasma. (karena permintaan jarang).
- d. Simpan *PRC* di *refrigerator* pada suhu $2^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$ (PMI, 2019).

9. Sentrifugasi

Sentrifugasi merupakan tahap kritis yang digunakan untuk memisahkan komponen darah seluler dari plasma. Tahap pemisahan sel darah merah dan plasma, jika trombosit tidak akan dibuat, harus dalam kondisi bersih. Jika trombosit akan dibuat, sentrifugasi harus memisahkan sel darah merah dari plasma kaya akan trombosit (*platelet-rich plasma*) atau dari *buffy coat* dan plasma. Trombosit harus dipisahkan saat tahap sentrifugasi kedua. Parameter sentrifus yang digunakan harus divalidasi sebelum komponen darah diolah. (PMK, 2015).

Campuran dapat tersusun atas beberapa unsur ataupun senyawa. Komponen-komponen penyusun campuran dapat dipisahkan berdasarkan sifat fisika zat penyusunnya. Salah satu metode yang sering digunakan dalam pemisahan campuran adalah sentrifugasi. Sentrifugasi adalah proses pemisahan partikel berdasarkan berat partikel tersebut terhadap densitas layangnya (*bouyant density*). (Budiman, 2010).

Dalam bentuk yang sangat sederhana sentrifus terdiri atas sebuah rotor dengan lubang-lubang untuk meletakkan cairan wadah/tabung yang berisi cairan dan sebuah motor atau alat lain yang dapat memutar rotor pada kecepatan yang dikehendaki. (Hendra, 1989).

Gaya yang digunakan dalam sentrifugasi ialah gaya centrifugal yang membuat bahwa setiap partikel yang berputar pada kecepatan sudut yang konstan memperoleh gaya keluar sebesar F . Besarnya gaya yang dipakai tergantung pada kecepatan sudut (ω) dan radius perputaran (r, cm). Perhatikan persamaan di bawah ini :

$$F = \omega^2 r$$

Pemisahan centrifugal menggunakan prinsip dimana objek diputar horizontal pada jarak tertentu. Gaya inilah yang menghasilkan partikel-partikel menuju dinding tabung dan terakumulasi membentuk endapan (Zulfikar, 2008).

Komponen utama pada proses sentrifugasi ialah instrumen sentrifus, rotor, dan tabung (wadah sampel). Sedangkan bagian asesoris umumnya bergantung mengikuti aplikasi yang akan dilakukan pada proses tersebut. Instrumen sentrifus sebagai bagian yang menjadi alat penggerak proses sentrifugasi karena didalamnya memiliki motor yang mampu berputar dan memiliki pengaturan kecepatan perputaran (Budiman, 2010).

Berdasarkan bentuk dan produknya rotor dibedakan atas 2 (dua) kategori umum yaitu *Fixed-angle Rotor* dan *Swing Rotor*. Pada bentuk *Fixed-angle Rotor* memiliki sudut kemiringan tetap saat proses sentrifugasi. Hal ini mengakibatkan terbentuknya endapan (pellet) pada jarak terjauh dari sumbu akibat gaya sentrifugal. Umumnya bentuk *Fixed-angle* ini dapat dioperasikan pada kecepatan yang sangat tinggi. Lain halnya dengan bentuk *Swing Rotor*, yang memiliki lengan utama yang dihubungkan dengan tempat peletakan tabung (bucket). Pada proses sentrifugasi rotor akan membentuk sudut siku sempurna untuk memisahkan partikel dan membentuk band (daerah) yang mempermudah untuk pengambilan sampel bila ia tercampur (Budiman, 2010).

Ada empat jenis sentrifus yaitu mikrosentrifugasi, sentrifugasi kecepatan tinggi, sentrifugasi dingin, dan sentrifugasi ultra . (Rickwood, 1984).

Salah satu metoda yang dapat dipergunakan untuk memisahkan campuran ini adalah metoda sentrifugasi, yaitu metode yang digunakan dalam untuk mempercepat proses pengendapan dengan memberikan gaya sentrifugasi pada partikel-partikelnnya. Pemisahan sentrifugasi memakai prinsip dimana objek diputar secara horizontal pada jarak tertentu. Jika substansi/objek berotasi di dalam tabung yang mengandung campuran cairan dan partikel, maka campuran tersebut dapat bergerak menuju pusat rotasi gaya tersebut

yang disebut gaya sentrifugasi. Gaya inilah yang membentuk partikel-partikel menuju dinding tabung dan terakumulasi membentuk endapan.

Apabila dalam larutan yang mengandung pertikel yang berbeda ukuran, bentuk, reaksi terhadap kecepatan sentripetal, berat molekul dan kepadatan sel yang berbeda, pada akhirnya akan terbentuk endapan yang menunjukkan telah terjadi pemisahan menurut komponennya. Jumlah endapan dan keberhasilan pemisahan campuran tergantung pada sifat kelarutan komponen terlarut dan vikositas campuran. Komponen zat yang mudah larut dalam pelarutnya dan yang memiliki berat jenis molekul yang tidak terlalu besar akan sulit dipisahkan atau endapan yang dihasilkan sedikit. Viskositas juga mempengaruhi hasil pemisahan. Campuran yang viskositasnya tinggi, zat terlarutnya sangat banyak sehingga tidak ada ruang dalam campuran tersebut untuk partikel mampu berpindah dan berada pada posisi sesuai dengan berat jenisnya oleh adanya gaya sentrifugal dan gravitasi. Kecepatan menyebabkan hasil pemisahan, kecepatan yang lebih tinggi dan dalam waktu yang cukup, maka proses sentrifugasi berjalan lebih sempurna, ukuran partikel yang diperolehpun semakin kecil. (Rickwood, 1984).

10. Kalibrasi *Refrigerated Centrifuge*

Kalibrasi *Refrigerated Centrifuge* dilakukan dengan mengukur kecepatan rotor, suhu dan waktu pada alatnya. Ada

beberapa alat yang dapat digunakan untuk kalibrasi *Refrigerated Centrifuge*:

10.1 Kalibrasi rpm

10.2 Kalibrasi suhu

10.3 Kalibrasi waktu

Kalibrasi tersebut diatas di UDD PMI Kota Surakarta sudah dilakukan dengan diteratkannya sertifikat kalibrasi *Refrigerated Centrifuge*.

11. Prosedur Pemakaian *Refrigerated Centrifuge*

- a. Nyalakan *Refrigerated Centrifuge* dengan menaikakkan tonbol power *on off* keatas.
- b. Buka Tutup *Refrigerated Centrifuge* bagian luar.
- c. BukaTutup *Refrigerated Centrifuge* bagian dalam dengan menekan tombol tengah dan letakkan ditutup *Refrigerated Centrifuge* bagian luar.
- d. Ambil *bucket* bagian dalam warna putih yang digunakan untuk menimbang darah kemudian timbang darah yang akan diputar.
- e. Masukkan darah yang sudah ditimbang dengan posisi berhadapan.
- f. Ambil tutup bagian dalam dan tutupkan dengan menekan tombol bagian tengah.
- g. Tutup *Refrigerated Centrifuge* dengan tutup bagian luar.
- h. Atur Program *Refrigerated Centrifuge* sesuai dengan komponen darah yang akan dibuat.

- i. Program Pemutaran *Refrigerated Centrifuge* : Pilih Program 03
(Kecepatan 2000 xG pada suhu 4 C selama 5 menit).
- j. Tekan tombol Start.
- k. *Refrigerated Centrifuge* hidup ditandai dengan alarm lampu menyala merah, tanda pemutaran selesai ditandai lampu alarm berbunyi thit.....thit..... dan tanda pintu menyala *ready*.
- l. Buka tutup *Refrigerated Centrifuge* dan ambil bucket yang berisi darah.
- m. Setelah selesai turunkan tombol *off* kearah bawah dan tutup *Refrigerated Centrifuge* (PMI, 2019).

12. Prosedur Pembuatan PRC Metoda Sentrifugasi

- a. Goyangkan kantong secara perlahan 10-20 kali untuk menghomogenkan. Tempatkan kantong tegak ke atas dan bersihkan tubing dari sel darah merah dengan pean atau hand sealer.
- b. Gunakan timbangan / balance untuk menyeimbangkan berat kantong yang satu sama lainnya menjadi pasangan seimbang. Jika perlu, gunakan pemberat cadangan dari potongan kantong tak terpakai untuk menyeimbangkan.
- c. Berat dinyatakan seimbang jika balance menunjukkan angka “ nol ”, Bila pasangan pelengkap untuk keseimbangan tidak tersedia, gunakan kantong bag yang berisi air untuk menyeimbangkan kantong tersebut saat dicentrifuge.

- d. Letakkan kantong dalam wadah dengan label di kantong primer menghadap ke luar. Jaga keseimbangan kantong secara diagonal sama berat. Goyang wadah sentrifus untuk mengecek proses akan berlangsung aman. Ayunkan wadahnya harus dapat bergoyang bebas.
- e. Kunci pintu dalam, kemudian tutup pintu centrifuge. Lihat hasil validasi lokal untuk *setting program* centrifuge (Program 03) dengan kecepatan putar 2000 xG pada suhu 4 °C selama 5 menit.

PENTING! Jangan tinggalkan proses saat sentrifugasi berlangsung. (PMI, 2019)
- f. Buka tutup, setelah *centrifuge* berhenti sama sekali. Periksa pengaturan program pada layar untuk mengkonfirmasi parameter kecepatan putaran yang digunakan benar.
- g. Jika program tidak benar telah digunakan, lakukan pemutaran lagi, jika kecepatan sentrifugasi sama atau lebih kecil dari yang dipersyaratkan, maka homogenkan kantong dan resentrifugasi lagi dengan kecepatan yang benar.
- h. Pindahkan kantong. Pegang erat bagian *port* secara perlahan dan hati-hati dari wadah sentrifus, sedang tangan lainnya memegang wadah agar stabil.
- i. Letakkan kantong *whole blood* di *Compomat G4* atau *G5* dengan label menghadap ke depan. Pilih program pada *Compomat G4 / G5* (Program *Double bag / PRC*) ikuti prosedur pemakaian

Compomat G4 / G5. Patahkan *canula* dikantong darah lengkap alirkan plasma ke dalam kantong satelit. Plasma yang ditinggalkan dalam kantong utama ± 2 cm dari permukaan sel darah merah. Lepaskan rangkaian dari masing-masing kantong komponen. Jika sel darah merah tinggi, homogenkan dan kembalikan ke kantong *whole blood*. Pastikan tubing atas kantong *whole blood* terjepit sementara dengan aman. Homogenkan kantong secara halus dan perlakukan sebagai *whole blood*. Atau *recentrifugasi* dengan program yang benar menjadi *PRC* dan *LP*.

- j. Sealer selang penghubung antara kantong utama dan kantong satelit dengan *electric sealer*. Gunting selang penghubung sehingga didapatkan komponen darah *PRC* dan *LP*. Timbang masing-masing komponen darah dan tulislah volumenya pada label/identitas. Berat produk darah komponen dikonfersikan dengan volume (dibuat tabel penimbangan).
- k. Simpan masing-masing komponen darah ke tempat penyimpanan.

Untuk *PRC* disimpan di *blood bank Refrigerator* pada suhu 2 ° C – 6 ° C (PMI, 2019).

- l. Cara Maintenance Harian alat :
 1. Bersihkan *bucket / cup* plastik dari *Refrigerated Centrifuge* sebelum digunakan dengan menggunakan detergen.
 2. Bersihkan bagian luar dari debu atau kotoran lain.
- m. Cara Maintenance Bulanan Alat :

1. Bersihkan bagian dalam dari alat dengan Alkohol 70 %
2. Beri pelumas pada masing-masing lengan dari alat.

13. Spesifikasi Komponen Darah :

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Darah

Nama komponen	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Packed Red Cells (PRC)</i> - <i>Packed Red Cells Buffy Coat Removed (PRCBCR)</i> - <i>Packed Red Cells Leukodepleted (PRC-LD)</i>
Deskripsi dan kandungan	<p>Diperoleh dengan membuang sebagian besar volume plasma dari darah lengkap.</p> <ul style="list-style-type: none"> - PRC mungkin mengandung sejumlah besar leukosit dan trombosit tergantung metoda sentrifugasi. - PRC-BCR adalah sel darah merah yang jumlah leukositnya sudah dikurangi dengan memisahkan lapisan buffy coat.
Nama komponen	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Packed Red Cells (PRC)</i> - <i>Packed Red Cells Buffy Coat Removed (PRCBCR)</i> - <i>Packed Red Cells Leukodepleted (PRC-LD)</i>
	<ul style="list-style-type: none"> - <i>PRC-LD</i> adalah sel darah merah yang jumlah leukositnya sebagian besar telah dibuang.
Persiapan	<ul style="list-style-type: none"> - <i>PRC</i>: plasma dibuang dari darah lengkap setelah sentrifugasi. - <i>PRC-BCR</i>: plasma dan 20 hingga 60 mL buffy coat dipisahkan setelah sentrifugasi - <i>PRC-LD</i>: o filtrasi darah lengkap dalam waktu 48 jam setelah pengambilan darah setelah pengambilan dilanjutkan dengan sentrifugasi dan pemindahan plasma ATAU o filtrasi sel darah merah dalam waktu 48 jam setelah pengambilan

(Sumber : PMK, 2015)

Tabel diatas menerangkan nama-nama komponen *PRC* yang dapat diproduksi dari pemisahan WB, diskripsi dan kandungan masing-masing *PRC* .

Tabel 3 . *Quality Control PRC* baik metoda sedimentasi atau sentrifugasi

Parameter yang harus diperiksa	Dilakukan pada	Spesifikasi	Sampling	% QC yang dapat diterima
ABO, Rhesus	Semua	Penentuan golongan darah terkonfirmasi	Semua kantong	100%

Anti-HIV 1 dan 2	Semua	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
Anti-HCV	Semua	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
HBsAg	Semua	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
Sifilis	Semua	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
Volume	<ul style="list-style-type: none"> • PRC dari WB 450 ml • PRC dari WB 350 ml 	$280 \pm 50 \text{ mL}$ $218 \pm 39 \text{ mL}$		
	<ul style="list-style-type: none"> • PRCBCR dari WB 450 ml • PRCBCR dari WB 350 ml 	$250 \pm 50 \text{ mL}$ $195 \pm 39 \text{ mL}$	1% dari total kantong minimal 4 per bulan	75%
	<ul style="list-style-type: none"> • PRC-LD dari WB 450 ml • PRC-LD dari WB 350 ml 	Akan ditetapkan sesuai sistem yang digunakan		
Haematokrit	PRC	0.65 – 0.75		
	PRC-BCR	0.50 – 0.70	4 kantong per bulan	
	PRC-LD	0.50 – 0.70		
Hemoglobin	PRC	Minimal 45 g per kantong	4 kantong per bulan	
	PRC-BCR	Minimal 43 g per kantong		
	PCR-LD	Minimal 40 g per kantong		
Hemolisis pada akhir masa simpan	Semua	< 0.8% dari jumlah total sel darah merah	4 kantong per bulan	75%
Jumlah leukosit	Red Cells BCR	$< 1,2 \times 10^9 \text{ per kantong BCR}$	1% dari semua kantong minimal 10 per bulan	90%
	Red Cells LD	$< 1,2 \times 10^6 \text{ per kantong LD}$		
Kontaminasi Bakteri	Semua kantong (pengujian surrogate diperbolehkan)	Tidak ada pertumbuhan	1% dari semua kantong	Merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri

(Sumber : PMK, 2015)

Tabel diatas menerangkan bahwa masing-masing komponen *PRC* harus memenuhi *quality control* sesuai volume kantong darah yang dipakai dan jenis *PRC* yang diproduksi serta persyaratan minimal tiap bulan yang harus diperiksa dan diterima.

B. Landasan Teori

1. *Packed Red Cells* adalah sel yang tersisa setelah hampir semua plasma dipindahkan dari darah lengkap atau *WB*. *PRC* mungkin mengandung sejumlah besar lekosit dan trombosit tergantung metoda sentrifugasi .
2. Metoda pemisahan *PRC* yang digunakan dapat menggunakan metoda sedimentasi maupun metoda sentrifugasi. Salah satu parameter yang harus diperiksa adalah kadar hemoglobin dan kadar hematokrit, dimana spesifikasi kadar hemoglobin minimal 45 gr per kantong dan kadar hematokrit 0,65 – 0,75 per kantong.(PMK, 2015).

Packed Red Cells yang dibuat khusus di dalam kantong darah pada saat segera setelah donasi darah diputar seecara sentrifugasi keceepatan tinggi sehingga terpisah dari komponen-komponen lainnya, jauh lebih baik dan lebih tahan lama disimpan. Sedangkan *PRC* yang dbuat dengan cara pengendapan darah didalam botol lalu plasmanya disedot keluar tidak menghasilkan komponen yang ideal karena sudah terbuka resiko kontaminasi pada waktu penghisapan dan berpengaruh pada protein darah (Depkes RI, 2008).

Tabel 4. Kelebihan dan Kekurangan Metoda Sedimentasi dan Sentrifugasi

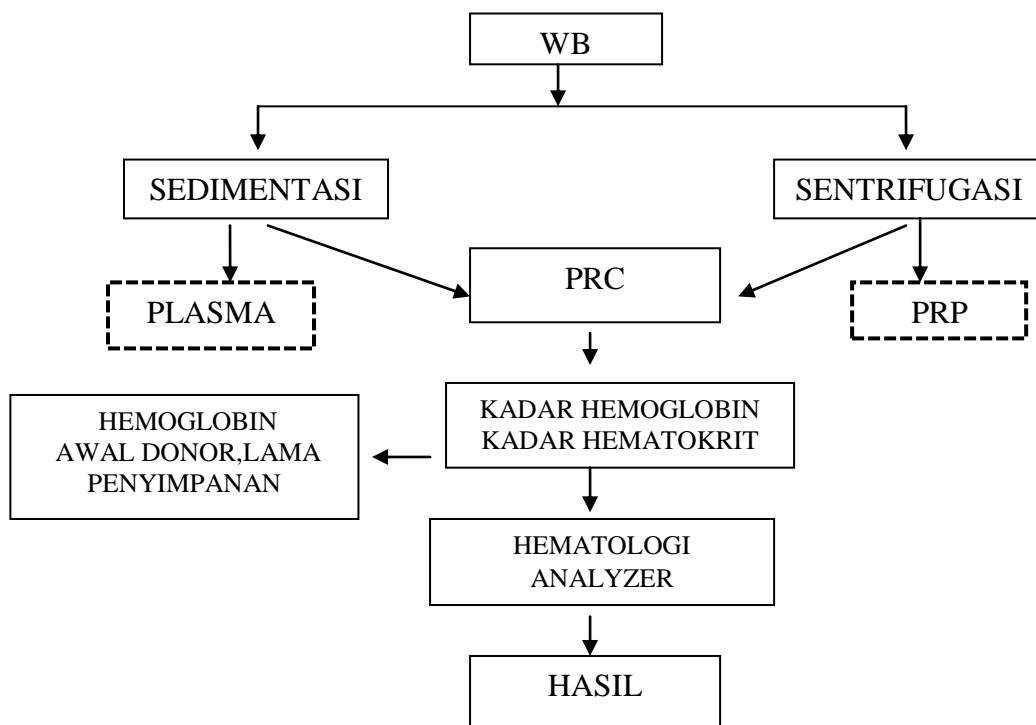
No	Metoda	Kelebihan	Kelemahan
1	Sedimentasi	1.Tidak memerlukan Refrigerated Centrifuge. 2.Ruangan tidak perlu luas.	1.Pasien harus menunggu minimal 6-18 jam untuk pengendapan.

2	Sentrifugasi	1.Permintaan darah selama 24 jam langsung dapat dilayani 2.Perlu peralatan khusus (Refrigerated Centrifuge) 3.Perlu tenaga terlatih, ruangan yang cukup
---	--------------	---

(Sumber : PMK, 2015)

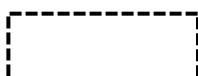
C. Kerangka Teori

Kerangka teori memuat garis besar pemikiran teoritis yang akan menuntun penulis dalam melakukan penelitian dan menganalisa data, disajikan dalam bentuk bagan (Notoatmojo, 2010).

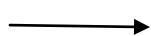


Gambar 2. Kerangka Teori Penelitian

Keterangan :



: Variabel yang tidak diteliti



: Hubungan variabel yang diteliti

D. Hipotesis

Tidak ada perbedaan kadar hemoglobin dan hematokrit pada produk *PRC* metoda sedimentasi dengan metoda sentrifugasi di UDD PMI Kota Surakarta.