

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Tentang Darah

2.1.1. Pengertian Darah

Darah adalah jaringan tubuh yang ada di dalam pembuluh darah. Warna merah darah tidak tetap, tergantung dari jumlah oksigen (O₂) dan karbondioksida (CO₂) yang terkandung di dalamnya. Semakin tua, jumlah CO₂ dalam darah semakin banyak, sebaliknya jika darah masih muda, jumlah CO₂ lebih sedikit. Darah terdiri dari dua bagian, yaitu bagian cair dan bagian seluler. Bagian cair dikenal sebagai plasma darah, yang menyusun sekitar 55% dari total volume darah. Sisanya merupakan bagian seluler atau elemen-elemen darah. Saat darah di putar menggunakan mesin sentrifugasi, darah akan terpisah menjadi tiga lapisan. Lapisan bawah berwarna merah karena mengandung sel darah merah (eritrosit) sekitar 45%. Lapisan tengah berupa lapisan putih (buffy coat) yang terdiri dari sel darah putih (leukosit) dan trombosit sekitar 1%. Lapisan atas berupa cairan berwarna kuning yang mengandung plasma darah sebanyak 55%. Plasma darah terdiri dari berbagai komponen, yaitu 91% air, 7% protein darah seperti fibrinogen, albumin, globulin, serta 2% yang berupa nutrisi seperti asam amino, lemak, dan gula, hormon seperti insulin dan eritropoietin, serta cairan elektrolit seperti kalsium, kalium, dan natrium. Di dalam darah juga

terdapat komponen seluler sebanyak 45% (Armaidi Darmawan & R. Irawan, 2015).

2.1.2. Komponen Darah

Darah mengandung komponen seluler dan cairan plasma. Sekitar 55% darah merupakan komponen plasma dan 45% merupakan komponen seluler. Sel-sel darah meliputi eritrosit, leukosit dan trombosit. Sedangkan plasma terdiri dari berbagai protein, termasuk albumin, globulin dan faktor-faktor penting untuk koagulasi. Darah terdiri dari dua komponen utama yaitu komponen seluler dan plasma. Komponen seluler meliputi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Sedangkan plasma Adalah bagian cair dari darah yang terdiri dari air, protein, elektrolit, dan zat terlarut lainnya (Eva & Ganjar, 2018).

a. Komponen Seluler

1. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Eritrosit adalah bagian darah yang memiliki hemoglobin (Hb). Hemoglobin adalah molekul biologis yang berfungsi menyerap oksigen, dan itu adalah alasan mengapa darah berwarna merah. Saat darah mengalir ke seluruh tubuh, hemoglobin melepaskan oksigen ke dalam sel-sel tubuh dan menyerap karbon dioksida. Pada orang dewasa, jumlah hemoglobin biasanya berkisar antara 11,5 hingga 15,0 gram per sentimeter kubik darah.

2. Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih atau leukosit lebih besar dibandingkan sel darah merah. Jumlah normal pada orang dewasa adalah 4.000 hingga 10.000 sel leukosit per mm³. Leukosit berperran dalam sistem imun tubuh dan melindungi dari patogen. Ada beberapa jenis leukosit, termasuk neutrophil, limfosit, monosit, eosinophil dan basofil yang masing-masing berfungsi dalam pertahanan tubuh dari infeksi, alergi atau peradangan.

3. Keping Darah (Trombosit)

Trombosit adalah jenis sel darah yang berperan penting dalam proses menghentikan pendarahan. Ketika ada luka, trombosit akan melekat di bagian dalam pembuluh darah yang rusak dan membentuk sumbat yang bisa mencegah darah tumpah. Trombosit memiliki kantung-kantung kecil yang berisi berbagai zat seperti faktor pembekuan darah, adenosin difosfat (ADP), adenosin trifosfat (ATP), kalsium, serotonin, dan katekolamin. Banyak dari zat-zat ini membantu memulai proses pembekuan darah, dan umur trombosit biasanya sekitar 10 hari.

4. Plasma

Plasma darah adalah salah satu komponen darah yang berbentuk cair dan membentuk sekitar 5% dari berat badan manusia. Plasma darah berwarna kekuning-kuningan dan terdiri dari 90% air, 8% protein, 0,9% mineral, oksigen, enzim, antigen, serta sisanya adalah bahan organik seperti lemak, kolesterol, urea, asam amino, dan glukosa.

2.1.3. Fungsi Darah

Menurut (Eva & Ganjar, 2018) Darah terdiri dari bagian cair yang disebut plasma dan bagian padat yang terdiri dari sel darah. Setiap bagian ini memiliki peran penting dalam tubuh. Secara umum, darah memiliki tiga fungsi utama, yaitu:

1. Sebagai alat transportasi yang membawa berbagai zat berikut:
 - a. Membawa oksigen (O₂) dan karbon dioksida (CO₂) dari paru-paru ke seluruh tubuh dan sebaliknya.
 - b. Membawa nutrisi hasil pencernaan ke seluruh tubuh.
 - c. Membawa zat buangan dari tubuh untuk diproses dan dikeluarkan oleh hati dan ginjal.
 - d. Membawa hormon dari kelenjar ke sel target.
 - e. Membantu mengatur suhu tubuh.
2. Sebagai alat pelindung, darah terlibat dalam proses inflamasi:
 - a. Leukosit bekerja untuk menghancurkan mikroorganisme penyakit dan sel kanker.
 - b. Antibodi serta protein lainnya bertugas menghancurkan atau menghilangkan zat penyakit.
 - c. Trombosit memulai proses pembekuan darah untuk mencegah kehilangan darah berlebihan.
3. Sebagai pengatur, darah membantu mengatur:
 - a. Keseimbangan pH melalui interaksi antara asam dan basa.

- b. Keseimbangan air di dalam tubuh dengan mengatur pertukaran air antara dalam dan luar sel.

2.2 Jenis-Jenis Produk Komponen Darah

2.2.1. Darah Lengkap atau Whole Blood (WB)

Darah lengkap atau Whole Blood Adalah produk darah yang mencakup seluruh komponen darah seperti sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), keping darah (trombosit) serta plasma dalam satu kesatuan. Biasanya, satu kantong darah berisi sekitar 350 mL darah yang dicampur dengan antikoagulan sebanyak 49 mL untuk menjaga kualitas darah. Produk ini digunakan terutama pada kondisi pasien yang mengalami kehilangan darah dalam jumlah besar secara tiba-tiba (lebih dari seperempat hingga seluruh volume darah). Penyimpanan darah lengkap ini dilakukan menggunakan antikoagulan CPDA pada suhu antara 2° hingga 6° Celcius dengan jangka waktu simpan yang bisa mencapai 35 hari (Yuni et al., n.d.).

2.2.2. Packed Red Cell (PRC)

Packed Red Cells (PRC) adalah komponen darah yang dihasilkan dengan memisahkan sebagian besar plasma dari darah lengkap, sehingga menghasilkan konsentrat sel darah merah. PRC utamanya berfungsi untuk mengembalikan kapasitas pengangkutan oksigen dalam darah. Transfusi PRC seringkali diindikasikan untuk pasien yang mengalami anemia akut dengan kadar hemoglobin (Hb) di bawah 7 g/dL. Pada beberapa kasus, transfusi juga dipertimbangkan untuk pasien dengan Hb antara 7-10 g/dL, terutama jika

disertai gejala hipoksia atau hipoksemia. Perlu diketahui, setiap unit PRC yang ditransfusikan pada pasien dewasa dapat meningkatkan kadar Hb sekitar 1 g/dL atau hematokrit sekitar 3%. Penyimpanan PRC harus dilakukan pada suhu 2°C hingga 6°C untuk menjaga kualitasnya (Permenkes RI, 2015).

2.2.3. Plasma

Plasma adalah bagian cairan dari darah lengkap yang diperoleh setelah sel darah merah dipisahkan. Berdasarkan aturan, plasma dapat dikumpulkan baik dari proses pemisahan darah lengkap atau melalui prosedur khusus yang disebut apheresis. Plasma yang dikumpulkan dari donor apheresis juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk membuat produk turunan plasma lainnya melalui fraksionasi (Permenkes RI, 2015).

2.2.4. Trombocyte Concentrate

Trombocyte Concentrate (TC) adalah komponen darah yang mengandung trombosit dalam jumlah terkonsentrasi. TC dapat diproduksi dari darah lengkap atau melalui metode apheresis. Fungsi utama TC adalah untuk menghentikan perdarahan dan meningkatkan jumlah trombosit pada pasien. Berbeda dengan komponen darah lain, pemberian TC tidak memerlukan uji kecocokan darah. Untuk menjaga stabilitasnya, TC harus disimpan pada suhu 20°C hingga 24°C dengan agitasi terus-menerus (Permenkes RI, 2015).

2.2.5. Fresh Frozen Plasma

Fresh Frozen Plasma (FFP) adalah plasma segar yang dibekukan dengan cepat setelah dipisahkan dari darah. Pembekuan yang dilakukan dengan segera ini bertujuan untuk menjaga stabilitas faktor koagulasi yang labil,

seperti Faktor VIII. FFP diindikasikan untuk mengoreksi defisiensi faktor pembekuan pada pasien. Keberhasilan transfusi FFP dapat dievaluasi dengan memeriksa PTT dan PT 30-60 menit setelah transfusi. FFP harus dibekukan hingga inti plasma mencapai suhu di bawah -30°C dalam waktu 1 jam dan tidak boleh dibekukan kembali setelah dicairkan (Permenkes RI, 2015).

2.2.6. Kriopresipitat (Cryoprecipitate)

Kriopresipitat adalah komponen darah yang kaya akan faktor pembekuan, seperti Faktor VIII, Fibrinogen, dan Faktor von Willebrand. Komponen ini diperoleh dari proses pencairan terkontrol terhadap FFP. Kriopresipitat digunakan secara spesifik untuk mengobati gangguan perdarahan yang terkait dengan defisiensi fibrinogen. Seperti FFP, kriopresipitat juga harus dicairkan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan (Permenkes RI, 2015).

2.3 Filtrasi Leukosit

2.3.1. Jenis-Jenis Filtrasi Leukosit

Menurut (Rebulla et al., 1987; Riggert et al., 1995) proses leukodepleksi (*leukocyte depletion*) merupakan tindakan untuk menurunkan jumlah leukosit dalam komponen darah, terutama pada Packed Red Cell (PRC), guna mengurangi risiko reaksi transfusi akibat keberadaan leukosit donor. Menurut literatur dan praktik di Unit Donor Darah (UDD), proses ini dapat dilakukan melalui beberapa metode filtrasi berdasarkan tahapan pengolahannya, yaitu:

1. *Pre-storage Leukodepletion* (Filtrasi Sebelum Penyimpanan)

Filtrasi dilakukan segera setelah komponen darah dipisahkan dari whole blood dan sebelum disimpan di lemari pendingin. Cara ini dianggap paling efektif karena mencegah pelepasan sitokin dan metabolit leukosit selama penyimpanan, sehingga kualitas PRC tetap optimal. Keuntungan lainnya adalah kadar leukosit yang tersisa sangat rendah ($<1 \times 10^6/\text{unit}$), sehingga memenuhi standar leukoreduksi internasional.

2. *Post-storage Leukodepletion* (Filtrasi Setelah Penyimpanan)

Filtrasi dilakukan sesaat sebelum transfusi, setelah PRC disimpan dalam jangka waktu tertentu. Meskipun secara teknis lebih praktis, metode ini memiliki kelemahan, yaitu produk darah sudah terpapar sitokin dan fragmen leukosit yang dilepaskan selama masa penyimpanan. Akibatnya, risiko reaksi transfusi tetap dapat terjadi meskipun jumlah leukosit telah dikurangi.

2.4 Kantong Darah

2.4.1 Jenis-Jenis Kantong Darah

Kantong Darah terbagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu:

1. Kantong Single (Single Blood Bag)

Kantong yang terdiri dari satu kantong utama berisi larutan antikoagulan CPDA. Larutan ini digunakan untuk penyimpanan Whole Blood tanpa pemisahan.

2. Kantong Multi-Kompartemen

Kantong darah yang terdiri dari satu kantong utama + satu atau lebih kantong satelit, dihubungkan dengan selang fleksibel. Jenisnya yaitu:

a. Double Blood Bag

Kantong ini digunakan untuk pemisah 2 komponen darah yaitu sel darah merah dan plasma yang diperoleh melalui proses sentrifugasi dan ekstraksi. Kantong ini berisi 1 kantong primer berisi CPDA dan 1 kantong satelit.

b. Triple Blood Bag

Kantong digunakan untuk pemisahan komponen whole blood, thrombocyte concentrate, plasma. Kantong triple ini terdiri dari satu kantong primer dengan larutan CPD, satu kantong satelit berisi SAGM 8 (saline-adenine-glucosemannitol), serta satu kantong untuk trombosit dengan masa simpan 5 hari.

c. Quadruple Blood Bag

Kantong ini memisahkan beberapa komponen darah (sel darah merah, plasma dan trombosit melalui buffy coat. Kantong ini memiliki kantong utama yang berisi larutan CPD (citratephosphate dextrose) dan memiliki 3 kantong satelit. Satu kantong untuk menyiapkan trombosit melalui metode buffy coat.

2.4.2 Spesifikasi Kantong Darah

1. Volume

Kantong darah primer biasanya menampung 350 hingga 450 mL darah, dengan berat kantong kosong sekitar 30-40 gram. Kantong satelit berukuran lebih kecil sesuai kebutuhan penyimpanan komponen.

2. Larutan Antikoagulan

- a. CPDA-1 (Citrates Phosphate Dextrose Adenine) → simpan PRC sampai 35 hari.
- b. CPD (Citrates Phosphate Dextrose).
- c. SAGM (Saline, Adenine, Glucose, Mannitol) → memperpanjang simpan PRC sampai 42 hari.

3. Bahan

Kantong darah terbuat dari bahan polyvinylchloride (PVC) dengan kandungan plastisizer DEHP (diethylhexyl phthalate) untuk menjaga kelenturan kantong dan stabilitas sel darah selama penyimpanan.

4. Standar Sistem Tertutup

Sistem multi-kompartemen disatukan dengan selang steril dan alat penyambung yang menjaga agar pemrosesan komponen darah dilakukan tanpa membuka sistem, sehingga mencegah kontaminasi bakteri dan mikroorganisme lain.

2.5 Leukodepleted

2.5.1. Definisi Leukodepleted

Leukodepleted adalah komponen darah yang jumlah sel darah putihnya sudah dikurangi. Pengurangan leukosit dilakukan untuk mengurangi risiko reaksi pasca

transfusi seperti febrile non-hemolytic transfusion react (FNHTR), alloimunisasi, dan transmisi infeksi virus terkait leukosit (Erviandita et al., 2021).

2.5.2. Teknik Pemisahan Produk Komponen Darah

1. Teknik Sentrifugasi

Sentrifugasi adalah teknik utama pemisahan komponen darah yang menggunakan gaya sentrifugal untuk memisahkan bagian-bagian darah berdasarkan berat jenisnya. Darah lengkap (whole blood) diputar dalam alat refrigerated centrifuge dengan kecepatan dan waktu tertentu sehingga terbentuk tiga lapisan:

- a. Lapisan terbawah berisi sel darah merah (eritrosit) yang paling berat,
- b. Lapisan tengah (buffy coat) mengandung leukosit dan trombosit,
- c. Lapisan atas berupa plasma.

Cara ini memungkinkan pemisahan komponen seperti Packed Red Cell (PRC), Trombosit Concentrate (TC), dan Plasma (untuk FFP atau kriopresipitat).

2. Teknik Apheresis

Apheresis adalah teknik pemisahan komponen darah secara otomatis dan seketika, di mana komponen darah yang diinginkan, misalnya trombosit atau plasma, diambil dari donor, dan sisanya darah dikembalikan ke donor. Teknik ini efektif untuk mendapatkan komponen dengan volume lebih besar dan kualitas lebih tinggi, serta dapat mengurangi jumlah donor yang diperlukan.

3. Teknik Pengendapan (Gravitasi)

Jika alat sentrifugasi tidak tersedia, darah dapat dibiarkan berdiri pada suhu tertentu sehingga darah merah mengendap secara gravitasi. Namun, metode ini kurang efisien dan tidak sempurna, sehingga jarang digunakan.

4. Teknik Pemisahan Buffy Coat

Teknik pemisahan buffy coat adalah salah satu tahap penting dalam produksi komponen terutama PRC *leukodepleted* dan trombosit konsentrat, untuk memisahkan dan mengurangi leukosit serta trombosit yang ada dalam komponen darah tersebut.

5. Teknik Filtrasi Leukosit

Salah satu teknik pemisahan untuk menghasilkan produk *leukodepleted*, filtrasi leukosit menggunakan filter khusus yang mampu menghilangkan leukosit dari komponen darah seperti PRC, TC, atau plasma. Filtrasi ini adalah proses tambahan setelah pemisahan komponen utama dan bertujuan mengurangi reaksi transfusi yang berkaitan dengan leukosit

2.5.3. Metode Pembuatan Leukodepleted

Menurut standar PMK 91 tahun 2015, jumlah leukosit dalam komponen ini harus kurang dari 1×10^6 per unit. Adapun beberapa metode untuk mengurangi jumlah leukosit, yaitu:

1. Metode Filtrasi

Filtrasi adalah proses penghilangan leukosit menggunakan filter khusus yang terbuat dari bahan sintetis seperti nilon atau polyester, atau bahan alami seperti selulosa asetat. Proses ini biasanya dilakukan dalam waktu 48

jam setelah pengambilan darah dan dapat dilakukan pada darah lengkap sebelum penyimpanan (*pre-storage filter*) atau pada sel darah merah setelah penyimpanan (*post-storage filter*). Filtrasi efektif menghilangkan lebih dari 90% leukosit yakni kurang dari 1×10^6 per unit melalui mekanisme penyaringan mekanik dan adhesi sel, sehingga mengurangi risiko reaksi transfusi febrile non hemolytic transfusion reaction (FNHTR) (Eva & Ganjar, 2018; Ningrum & Khairinisa, 2022).

2. Metode Sentrifugasi Dan Penghilangan Buffy Coat

Sentrifugasi dilakukan dengan alat refrigerated centrifuge yang memutar darah pada kecepatan tinggi untuk memisahkan komponen darah berdasarkan berat jenisnya. Dalam proses ini, plasma, leukosit, dan eritrosit dipisahkan sehingga komponen darah merah dapat diberikan sebagai PRC. Penghilangan buffy coat (lapisan leukosit dan trombosit yang berada di antara plasma dan sel darah merah) pada proses sentrifugasi ini juga membantu mengurangi jumlah leukosit menjadi 108 per unit (Permenkes RI, 2015).

3. Metode Pencucian

Metode pencucian dilakukan dengan mencuci packed red cell sebanyak 2-3 kali menggunakan saline, yang berguna untuk menghilangkan sisa plasma, leukosit, dan zat lain yang dapat memicu reaksi transfusi. Metode ini lebih rumit dan produk darah yang dihasilkan hanya dapat disimpan dalam waktu singkat (sekitar 24 jam) karena proses pencucian menggunakan sistem terbuka dan jumlah leukosit hanya bisa turun menjadi 107 per unit (Eva & Ganjar, 2018).

2.5.4. Leukodepleted Pada Berbagai Komponen

Leukodepleted tidak hanya diaplikasikan pada darah PRC, tetapi juga pada produk komponen lainnya, antara lain:

1. Whole Blood *Leukodepleted*

Whole Blood (darah utuh) *leukodepleted* dilakukan dengan filtrasi darah lengkap menggunakan filter leukosit dalam waktu 48 jam setelah pengambilan darah (*pre-storage* filtrasi) sehingga mengurangi jumlah leukosit sebelum proses pembagian komponen darah. WB-LD digunakan dalam keadaan darurat atau kebutuhan khusus transfusi darah yang lengkap (Permenkes RI, 2015).

2. Thrombocyte Concentrate *Leukodepleted*

Trombosit Concentrate biasanya diperoleh dengan memisahkan lapisan buffy coat dari darah lengkap menggunakan sentrifugasi. TC-LD dibuat dengan mengurangi leukosit dalam unit trombosit dengan filtrasi khusus sehingga jumlah leukosit sangat rendah ($<0,05 \times 10^9$ leukosit per unit). Hal ini bertujuan menurunkan risiko pembentukan antibodi HLA dan reaksi FNHTR pada penerima.

3. Plasma atau Kriopresipitat *Leukodepleted*

Plasma dan kriopresipitat juga dapat dilakukan *leukodepletion*, meskipun lebih jarang. *Leukodepletion* pada plasma dilakukan untuk pasien sensitif terhadap leukosit dan biasanya pada terapi gangguan pembekuan darah berat. Kriopresipitat, yang kaya faktor pembekuan, bisa bebas leukosit saat diproses dengan filtrasi dan sentrifugasi

4. Packed Red Cell *Leukodepleted*

PRC-LD adalah PRC yang telah melalui proses khusus untuk menghilangkan sebagian besar leukosit. Proses ini, yang dikenal sebagai *leukodepletion*, dilakukan dengan filtrasi dalam waktu 48 jam setelah darah diambil. Terdapat dua teknik filtrasi utama dalam pembuatan PRC-LD, yaitu *pre-storage* filter (filtrasi sebelum penyimpanan) dan *post-storage* filter (filtrasi sebelum transfusi) (Permenkes RI, 2015).

2.6 Kajian Tentang Packed Red Cell Leukodepleted

2.6.1. Pengertian Komponen Darah Packed Red Cell Leukodepleted (PRC LD)

Packed Red Cell *Leukodepleted* merupakan produk darah dimana isi utamanya adalah sel darah merah pekat dengan suhu penyimpanan 2-6°C yang jumlah sel darah putih (leukosit) dalamnya telah dikurangi sesuai dengan standar PMK 91 Tahun 2015. Dimana bertujuan untuk meningkatkan jumlah eritrosit, bermanfaat untuk mengurangi reaksi transfusi (Eva & Ganjar, 2018).

Beberapa indikasi penggunaan produk darah *leukodepleted* PRC adalah untuk mencegah reaksi demam non hemolitik (Febrilenonhemolitik transfusion reaction, FNHTR), aloimunisasi HLA, serta pencegahan penularan infeksi cytomegalovirus (CMV) melalui transfusi darah pada wanita hamil, transfusi intra-uterus pada bayi prematur, transfusi pasien defisiensi sistem imun, transfusi pada pasien kelainan darah, pasien yang akan melakukan transplantasi autologous atau alogenik sel-sel sumsum tulang, serta pasien yang menjalani transplantasi organ (Kamilah & Widyaningrum, 2019).

2.6.2. Tujuan Pembuatan Komponen Darah Packed Red Cell Leukodepleted (PRC LD) dan Indikasi Penggunaan Produk Komponen Darah Packed Red Cell Leukodepleted (PRC LD)

Menurut (Kamilah & Widyaningrum, 2019) Tujuan utama pembuatan PRC *leukodepleted* adalah untuk mengurangi jumlah leukosit yang terdapat dalam produk darah, karena leukosit yang terdapat pada transfusi darah dapat memicu reaksi transfusi yang merugikan, khususnya reaksi febrile non haemolytic transfusion reaction (FNHTR). Pengurangan leukosit dilakukan untuk mengurangi efek samping leukosit, termasuk pelepasan sitokin proinflamasi yang dapat menyebabkan reaksi demam dan inflamasi pada penerima transfusi. Dengan proses leukodepleksi, diharapkan frekuensi FNHTR dapat dikurangi secara signifikan. Leukodepleksi juga bertujuan menghilangkan target antigenik bagi antibodi anti-leukosit yang mungkin sudah ada pada reseptor, sehingga mengurangi komplikasi imunologis akibat transfusi.

Pemberian transfusi komponen darah *Packed Red Cell Leukodepleted* (PRC LD) bervariasi dengan berbagai situasi klinis tertentu, yaitu:

- a. Pasien dengan riwayat reaksi transfusi febrile non haemolytic transfusion reaction (FNHTR),
- b. Pasien yang memerlukan transfusi berulang, sehingga risiko pembentukan antibodi terhadap leukosit lebih tinggi,
- c. Pasien dengan kondisi imun yang sensitif terhadap antigennya leukosit, dan

- d. Pasien yang memerlukan transfusi darah berkualitas tinggi untuk meminimalkan risiko komplikasi transfusi, seperti pada anemia hemolitik, leukemia, talasemia, atau gagal ginjal kronis.

2.6.3. Packed Red Cell Leukodepleted Metode Filtrasi

Metode filtrasi ini dianggap paling efektif untuk menghilangkan leukosit dari produk darah seluler. Filter darah bisa terbuat dari bahan sintetis seperti nilon atau polyester, atau menggunakan bahan alami seperti selulosa asetat atau kapas. Lapisan filter menghilangkan partikel melalui proses penyaringan mekanis atau adhesi sel. Secara umum, sebagian granulosit akan tersisa di permukaan filter bagian atas, sedangkan sel mononuklear tertahan di bagian bawah filter (Steneker et al., 1995).

a. Siapkan Bahan dan Alat

Bahan: PRC dengan umur maksimal 48jam

b. Alat:

- 1) Klem
- 2) Gunting
- 3) Electric Sealer
- 4) Kantong Leukodepleted
- 5) Alat Compodock
- 6) Timbangan Electric
- 7) Alat tulis
- 8) Alat hitung
- 9) Gantungan Infus

c. Prosedur

- 1) Lakukan penyambungan selang kantong utama PRC dengan Kantong *leukodepleted* dengan alat Compodock.
- 2) Apabila proses penyambungan sudah completed, tekan bagian penyambungan beberapa kali untuk membuka koneksi antara kedua selang.
- 3) Gantung PRC di gantungan infus.
- 4) Buka klem hingga darah mengalir (turun) menuju filter leukosit, tunggu hingga kantong yang berisi PRC kosong.
- 5) Tutup klem, lakukan seal untuk memutus selang.
- 6) Lakukan penimbangan PRC *Leukodepleted*.
- 7) Hitung komponen darah
- 8) Berat kantong kosong:
 - a. Kapasitas 350 ml = 30 gr
 - b. Kapasitas 450 ml = 39 gr
 - c. Kantong Bio R Flex = 30 gr
- 9) Berat jenis kompoinen darah:
 - a. PRC = 1.095
- 10) Rumus

$$\frac{\text{Berat kantong (gr)} - \text{Berat kantong kosong (gr)}}{\text{Berat jenis komponen}}$$
- 11) Masukkan data komponen darah ke Simdondar.
- 12) Cetak label release.

2.6.4. Hal – hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Pembuatan Komponen Darah

Packed Red Cell Leukodepleted (PRC LD)

Dalam proses pembuatan Komponen Darah Packed Red Cell *Leukodepleted* (PRC LD), terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan agar produk akhir memenuhi standar mutu dan aman digunakan, yaitu:

1. Proses filtrasi leukosit harus dilakukan dengan hati-hati mengingat ketidakhati-hatian petugas saat mengolah dapat berdampak pada efisiensi penghilangan leukosit dan kualitas PRC LD. Proses filtrasi sebaiknya dilakukan dalam waktu 48 jam setelah pengambilan darah untuk mencegah akumulasi sitokin proinflamasi dari leukosit.
2. Selama proses sentrifugasi, pemrograman alat harus diatur dengan tepat, termasuk kecepatan dan durasi pemutaran, agar tidak terjadi kerusakan pada sel darah merah dan memastikan pemisahan komponen berjalan optimal. Kesalahan dalam pengaturan dapat mengakibatkan kontaminasi plasma atau buffy coat yang mengandung leukosit ke dalam produk PRC LD.
3. Suhu penyimpanan PRC LD harus dijaga pada 2°C sampai 6°C untuk menjaga kestabilan produk dan mengurangi risiko hemolisis. Keempat, ketelitian dalam pengangkatan cup centrifuge dan pemindahan komponen darah sangat penting untuk menghindari turbulensi atau guncangan yang dapat merusak sel darah.
4. Prosedur kebersihan dan sterilisasi alat serta area kerja harus selalu dijaga agar tidak terjadi kontaminasi bakteri sehingga produk aman untuk transfusi

2.7 Alur Packed Red Cell Leukodepleted Siap Transfusi

Adapun alur PRC leukodepleted setelah proses pengolahan yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian Silang Serasi (Crossmatch) terhadap PRC Biasa

Sebelum darah PRC diproses menjadi *Leukodepleted* PRC, produk PRC harus terlebih dahulu melalui pengujian silang (crossmatch) untuk memastikan kesesuaian atau kompatibilitas dengan darah penerima. Crossmatch merupakan tahap validasi penting untuk mencegah reaksi transfusi akibat inkompatibilitas antigen-antibodi.

- a. Jika hasil crossmatch menunjukkan PRC kompatibel/cocok, maka produk darah tersebut dapat dilanjutkan ke tahap pengolahan leukodepleksi.
- b. Jika tidak cocok, maka produk PRC tersebut tidak dilanjutkan dan dicari produk pengganti yang sesuai.

2. Proses Pengolahan Menjadi PRC *Leukodepleted*

Setelah PRC dinyatakan kompatibel, dilakukan pengolahan untuk mengurangi kandungan leukosit dalam darah menggunakan metode filtrasi leukosit:

- a. PRC disambungkan dengan kantong filter leukosit melalui sistem tertutup (closed system) menggunakan alat khusus seperti Compodock.
- b. Filtrasi dilakukan secara gravitasi dengan posisi kantong gantung, darah mengalir melalui filter yang mampu menghilangkan leukosit hingga jumlah leukosit mencapai kurang dari 1×10^6 leukosit per unit.
- c. Proses ini harus diselesaikan dalam waktu kurang dari 48 jam setelah pengambilan darah untuk menjaga mutu produk.

3. Pelabelan dan Produk Siap Transfusi

Setelah proses filtrasi selesai, PRC *Leukodepleted* ditimbang untuk mengetahui volume dan berat jenis darah yang tepat. Produk kemudian diberi pelabelan yang mencantumkan informasi penting:

- a. Jenis komponen darah (Packed Red Cell *Leukodepleted*)
- b. Nomor batch dan kode produk
- c. Tanggal pengolahan dan tanggal kadaluarsa
- d. Data donor dan sumber darah
- e. Informasi teknis seperti kadar leukosit dan hematokrit jika tersedia

Setelah pelabelan, produk PRC *Leukodepleted* siap disimpan dalam lemari pendingin pada suhu 2-6°C dan dapat segera didistribusikan ke fasilitas pelayanan kesehatan untuk transfusi kepada pasien yang membutuhkan