BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Definisi

Darah adalah jaringan tubuh yang beredar dalam pembuluh darah. Warna merah darah tidak selalu tetap dan dipengaruhi oleh kandungan oksigen (O2) dan karbon dioksida (CO2). Semakin banyak CO2 yang terkandung, maka warna darah cenderung lebih gelap. Sebaliknya, semakin tinggi kadar O2, darah akan tampak lebih cerah. Darah terbagi menjadi dua bagian utama yaitu bagian cairan dan bagian seluler. Bagian cairan dikenal sebagai plasma darah, yang menyusun sekitar 55% dari total volume darah, sementara sisanya terdiri dari komponen seluler atau elemen berbentuk (Darmawan & Irawan, 2015).

Darah akan terpisah menjadi tiga bagian apabila disentrifugasi. Lapisan bawah, yang berwarna merah, mengandung sel darah merah (eritrosit) yang mencakup 45% dari volume darah. Lapisan tengah, yang disebut buffy coat, berwarna putih dan terdiri dari sel darah putih (leukosit) serta trombosit, yang membentuk kurang dari 1% darah. Lapisan atas adalah plasma darah, cairan berwarna kekuningan yang mengandung 55% dari volume darah.

Plasma darah terdiri dari 91% air, 7% protein darah (fibrinogen, albumin, globulin), dan 2% komponen lain, seperti nutrisi (asam amino, lemak, gula), hormon (insulin dan eritropoietin), serta elektrolit (Ca, K, Na) (Darmawan & Irawan, 2015).

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 (Firani, 2018). Darah terdiri dari dua komponen utama yaitu komponen seluler dan plasma. Komponen seluler meliputi sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan trombosit. Sedangkan plasma adalah bagian cair dari darah yang terdiri dari air, protein, elektrolit, dan zat terlarut lainnya (Maharani & Noviar, 2018).

a. Komponen seluler

1) Sel Darah Merah/Eritrosit

Eritrosit bertugas membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan membawa karbon dioksida dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Setiap eritrosit mengandung hemoglobin, protein yang memungkinkan pengikatan oksigen.

2) Sel Darah Putih/ Leukosit

Leukosit berperan dalam sistem imun tubuh dan melindungi dari patogen. Ada beberapa jenis leukosit, termasuk neutrofil, limfosit, monosit, eosinofil, dan basofil, yang masing-masing berfungsi dalam pertahanan tubuh dari infeksi, alergi, atau peradangan.

3) Trambosit/platelet

Trombosit adalah fragmen sel yang penting dalam proses pembekuan darah (hemostasis). Mereka membentuk gumpalan darah saat terjadi cedera, mencegah perdarahan yang berlebihan, dan membantu memperbaiki pembuluh darah yang rusak.

b. Plasma

Plasma merupakan cairan kekuningan yang terdiri dari sekitar 55% dari volume darah keseluruhan. Plasma terdiri dari air (sekitar 90%), protein (seperti albumin, fibrinogen, dan globulin), serta elektrolit, nutrisi, hormon, dan produk limbah. Protein plasma memiliki fungsi penting dalam mempertahankan tekanan osmotik, transportasi zat, serta dalam proses pembekuan darah.

3. Fungsi Darah

Darah memiliki peran vital dalam menjaga kondisi fisiologis tubuh manusia. Fungsi utamanya adalah mengangkut berbagai substansi yang diperlukan oleh sel-sel tubuh, seperti oksigen, hasil metabolisme, nutrisi

(glukosa, protein, lemak, vitamin), serta elektrolit. Selain itu, darah juga berperan dalam penyampaian sinyal melalui hormon ke organ-organ target. Plasma darah mengandung berbagai protein, seperti albumin, globulin, dan faktor pembekuan darah. Albumin memiliki peran dalam menjaga tekanan osmotik koloid (onkotik). Apabila kadar albumin dalam plasma rendah, maka tekanan onkotik akan menurun sehingga menyebabkan cairan keluar dari pembuluh darah (ekstravasasi) (Firani, 2018).

Globulin adalah protein yang berperan dalam pembentukan imunoglobulin, yang sangat penting bagi sistem kekebalan tubuh dalam melawan benda asing dan mikroorganisme. Apabila kadar globulin menurun, maka daya tahan tubuh melemah sehingga tubuh lebih rentan terhadap infeksi. Faktor-faktor koagulasi dalam plasma darah memainkan peran kunci dalam proses pembekuan darah. Kekurangan faktor-faktor pembekuan ini dapat menyebabkan perdarahan dalam tubuh (Firani, 2018).

Selain itu, plasma darah berfungsi sebagai sistem penyangga yang penting dalam menjaga keseimbangan asam-basa tubuh melalui kandungan elektrolit seperti ion hidrogen dan bikarbonat. Sel-sel darah, yaitu eritrosit berperan dalam transportasi oksigen dan karbon dioksida, leukosit bertugas dalam sistem kekebalan tubuh untuk melawan benda asing dan mikroorganisme dan trombosit berfungsi dalam proses pembekuan darah, yang berperan penting dalam hemostasis tubuh (Firani, 2018).

B. Macam-macam Produk Komponen Darah

1. Whole Blood (WB)

Whole blood atau darah lengkap adalah cairan yang terdiri dari berbagai jenis sel darah, termasuk eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (keping darah), yang bercampur dengan plasma, cairan kekuningan. Satu unit Whole Blood mengandung sekitar 450 mL darah dan 63 mL antikoagulan (Maharani & Noviar, 2018).

Menurut (Kemenkes, 2015) indikasi diberikannya *whole blood* adalah untuk pengganti sel darah merah yang hilang akibat pendarahan akut maupun pendarahan masif yang disertai hipovolemia. *Whole blood* juga diindikasikan untuk pasien dengan transfusi tukar dan pasien yang membutuhkan transfusi PRC namun produk komponen darah PRC tidak tersedia.

Whole Blood tidak dapat diberikan pada pasien yang memiliki volume darah yang normal namun memiliki kadar Hemoglobin yang rendah karena dapat mengakibatkan pasien mengalami gagal jantung akibat kelebihan cairan (hipervolemia) (Maharani & Noviar, 2018). Selain itu, *Whole Blood* tidak dapat diberikan pada pasien dengan anemia kronik dan gagal jantung tahap awal (Kemenkes, 2015).

Menurut (Kemenkes, 2015) parameter yang harus diperiksa dalam *Quality Control* produk darah *Whole Blood* yaitu:

a. Golongan darah ABO dan Rhesus

Pemeriksaan *Quality Control* (QC) dilakukan pada semua kantong hasil pengambilan darah dengan spesifikasi menentukan golongan darah yang terkonfirmasi dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 100%

b. Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

Pemeriksaan IMLTD memiliki parameter yang harus diperiksa oleh semua kantong yaitu pemeriksaan Anti-HIV 1 dan 2, Anti-HCV, HBsAg dan Sifilis dengan hasil spesifikasi pemeriksaan negatif dan disetujui. Pemeriksaan IMLTD memiliki persentase QC yang dapat diterima yaitu 100%.

c. Volume darah

Volume darah *Whole Blood* pada kantong 450 mL memiliki spesifikasi 450 mL ± 10% dan pada kantong 350 mL memiliki spesifikasi 350 mL ± 10% dengan total sampling pemeriksaan adalah 1% dari total seluruh kantong yang dilakukan minimal 4 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan volume darah *Whole Blood* adalah 75%.

d. Hemoglobin

Spesifikasi pemeriksaan dengan parameter hemoglobin pada produk darah *Whole Blood* adalah minimal 45 g per kantong, sedangkan pada produk darah *Whole Blood* Leukodepleted adalah

minimal 23 g per kantong. Pemeriksaan ini minimal dilakukan pada 4 kantong perbulannya. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan parameter ini adalah 75%.

e. Hemolisis pada akhir masa simpan

Pemeriksaan hemolisis pada akhir masa simpan dilakukan pada semua jenis *Whole Blood* dengan spesifikasi <0,8% dari jumlah total sel darah merah. Pemeriksaan ini dilakukan pada 4 kantong per bulannya dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 75%.

f. Jumlah leukosit

Pemeriksaan dengan parameter jumlah leukosit dilakukan pada produk darah *Whole Blood* Leukodepleted dengan spesifikasi jumlah leukosit $<1 \times 10^6$ per kantong. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1 % dari total seluruh kantong dengan minimal 10 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima adalah 90%

g. Kontaminasi Bakteri

Pemeriksaan dengan parameter kontaminasi bakteri dilakukan pada semua jenis produk darah *Whole Blood* dengan spesifikasi tidak adanya pertumbuhan bakteri. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1% dari total semua kantong. Persentase QC pada pemeriksaan ini merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri.

Penyimpanan *Whole blood* dengan menggunakan CPD dapat memperpanjang masa simpan hingga 21 hari dan menggunakan CPDA

yang memungkinkan penyimpanan hingga 35 hari. *Whole Blood* disimpan pada suhu 2-6°C. Selama penyimpanan, beberapa perubahan terjadi, termasuk penurunan faktor pembekuan V dan VIII serta metabolisme eritrosit. Transfusi *Whole Blood* umumnya ditujukan untuk situasi di mana peningkatan kapasitas pengangkutan oksigen dan volume darah sangat diperlukan, seperti pada pasien yang mengalami perdarahan akut dan kehilangan lebih dari 25% volume darah total (Maharani & Noviar, 2018).

2. Packed Red Cell (PRC)

Packed Red Cells (PRC) adalah salah satu komponen darah yang diperoleh dari darah lengkap (*whole blood*) melalui penghilangan sekitar 250 mL plasma darah sehingga yang tersisa adalah komponen sel darah merah. PRC biasanya digunakan sebagai produk komponen darah untuk mengatasi perdarahan atau meningkatkan pengiriman oksigen ke jaringan perifer. Penggunaan satu unit PRC umumnya dapat meningkatkan kadar hemoglobin sebesar 1 g/dL (10 g/L) dan hematokrit hingga 3% (Lestari et al., 2022).

Menurut (Kemenkes, 2015) indikasi pemberian *Packed Red Cells* (PRC) umumnya direkomendasikan ketika kadar hemoglobin (Hb) kurang dari 7 g/dL, terutama pada kasus anemia akut. Namun, transfusi dapat ditunda jika pasien tidak menunjukkan gejala atau penyakitnya dapat diatasi

dengan terapi lain yang lebih spesifik, sehingga kadar Hb yang lebih rendah masih dapat diterima. Transfusi PRC juga dapat diberikan pada kadar Hb antara 7-10 g/dL jika terdapat bukti hipoksia atau hipoksemia yang signifikan secara klinis maupun laboratorium. Transfusi tidak dianjurkan bila kadar Hb ≥10 g/dL, kecuali ada indikasi khusus, seperti penyakit yang memerlukan kapasitas transportasi oksigen yang lebih tinggi, contohnya pada penyakit paru obstruktif kronik berat atau penyakit jantung iskemik berat.

Pada neonatus dengan gejala hipoksia, transfusi dianjurkan pada kadar Hb ≤11 g/dL, namun bila tidak ada gejala, batas ini bisa diturunkan hingga 7 g/dL, seperti pada kasus anemia pada bayi prematur. Jika terdapat penyakit jantung, paru-paru, atau kebutuhan oksigen tambahan, batas pemberian transfusi adalah Hb ≤13 g/dL. Menurut (Kemenkes, 2015) terdapat kontradiksi penggunaan komponen PRC yaitu risiko terjadinya *overload* pada transfusi pasien anemia kronik dan gagal jantung tahap awal.

Menurut (Kemenkes, 2015) parameter yang harus diperiksa dalam *Quality Control* produk darah PRC yaitu:

a. Golongan darah ABO dan Rhesus

   Pemeriksaan *Quality Control* (QC) dilakukan pada semua kantong hasil pengambilan darah dengan spesifikasi menentukan golongan darah yang terkonfirmasi dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 100%

b. Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

Pemeriksaan IMLTD memiliki parameter yang harus diperiksa oleh semua kantong yaitu pemeriksaan Anti-HIV 1 dan 2, Anti-HCV, HBsAg dan Sifilis dengan hasil spesifikasi pemeriksaan negatif dan disetujui. Pemeriksaan IMLTD memiliki persentase QC yang dapat diterima yaitu 100%.

c. Volume darah

Volume darah PRC yang didapat dari WB pada kantong 450 mL memiliki spesifikasi 280 mL ± 50 mL dan pada kantong 350 mL memiliki spesifikasi 218 mL ± 39 mL dengan total sampling pemeriksaan adalah 1% dari total seluruh kantong yang dilakukan minimal 4 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan volume darah PRC adalah 75%.

d. Hematokrit

Spesifikasi pemeriksaan dengan parameter hematokrit adalah sekitar 0.65-0.75 dengan minimal dilakukan pada 4 kantong per bulan.

e. Hemoglobin

Spesifikasi pemeriksaan dengan parameter hemoglobin pada produk darah PRC adalah minimal 45 g per kantong. Pemeriksaan ini minimal dilakukan pada 4 kantong per bulannya. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan parameter ini adalah 75%.

f. Hemolisis pada akhir masa simpan

Pemeriksaan hemolisis pada akhir masa simpan dilakukan pada semua jenis PRC dengan spesifikasi <0,8% dari jumlah total sel darah merah. Pemeriksaan ini dilakukan pada 4 kantong per bulannya dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 75%.

g. Kontaminasi Bakteri

Pemeriksaan dengan parameter kontaminasi bakteri dilakukan pada semua jenis produk darah PRC dengan spesifikasi tidak adanya pertumbuhan bakteri. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1% dari total semua kantong. Persentase QC pada pemeriksaan ini merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri.

PRC dapat disimpan dari saat donor hingga ditransfusikan ke pasien. Penyimpanan PRC bertujuan untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan fungsi eritrosit dengan mengurangi aktivitas metabolisme sel. Penyimpanan yang tepat merupakan salah satu cara untuk menjaga kualitas eritrosit. PRC dapat disimpan pada suhu 2-6°C dan bertahan selama 21–42 hari, tergantung pada larutan antikoagulan-preservatif yang digunakan. Peningkatan suhu ruangan dan lamanya penyimpanan memengaruhi kualitasnya (Lestari et al., 2022).

3. Packed Red Cell (PRC) Leukodepleted

Menurut (Kemenkes, 2015) tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah, PRC Leucodepleted adalah komponen darah yang telah mengalami proses pengurangan leukosit (sel darah putih) dari komponen sel darah merah dengan menggunakan metode filtrasi sehingga jumlah leukosit kurang dari 1 x 10^6 sel per unit. Proses filtrasi sel darah merah dilakukan dalam waktu 48 jam setelah proses penyadapan darah. Kandungan utama PRC Leucodepleted adalah eritrosit.

PRC leukodepleted umumnya dibutuhkan oleh pasien yang memerlukan transfusi berulang, seperti penderita thalasemia, anemia dan pasien dengan yang rentang terhadap reaksi imun. Pemberian PRC leukodepleted juga ditunjukkan untuk mencegah penularan infeksi virus melalui leukosit seperti cytomegalovirus (CMV). Pasien dengan penyakit jantung atau paru-paru kronis yang mengalami anemia berat juga memerlukan transfusi PRC leukodepleted untuk menghindari efek negatif leukosit. Kontradiksi penggunaan PRC leukodepleted adalah dapat diberikan pada pasien dengan riwayat *Graft Versus Host Disease*/GvHD. Pencegahan GvHD adalah dengan cara iridiasi komponen darah dengan dosis 25-30 Gray.

Menurut (Kemenkes, 2015) parameter yang harus diperiksa dalam *Quality Control* produk darah PRC leukodepleted yaitu:

a. Golongan darah ABO dan Rhesus

Pemeriksaan *Quality Control* (QC) dilakukan pada semua kantong hasil pengambilan darah dengan spesifikasi menentukan golongan darah yang terkonfirmasi dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 100%

b. Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

Pemeriksaan IMLTD memiliki parameter yang harus diperiksa oleh semua kantong yaitu pemeriksaan Anti-HIV 1 dan 2, Anti-HCV, HBsAg dan Sifilis dengan hasil spesifikasi pemeriksaan negatif dan disetujui. Pemeriksaan IMLTD memiliki persentase QC yang dapat diterima yaitu 100%.

c. Volume darah

Volume darah PRC leukodepleted yang didapat dari WB pada kantong 450 mL dan pada kantong 350 mL memiliki spesifikasi yang akan ditetapkan sesuai sistem yang digunakan dengan total sampling pemeriksaan adalah 1% dari total seluruh kantong yang dilakukan minimal 4 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan volume darah PRC leukodepleted adalah 75%.

d. Hematokrit

Spesifikasi pemeriksaan dengan parameter hematokrit adalah sekitar 0.50-0.70 dengan minimal dilakukan pada 4 kantong per bulan.

e. Hemoglobin

Spesifikasi pemeriksaan dengan parameter hemoglobin pada produk darah PRC adalah minimal 40 g per kantong. Pemeriksaan ini minimal dilakukan pada 4 kantong per bulannya. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan parameter ini adalah 75%.

f. Hemolisis pada akhir masa simpan

Pemeriksaan hemolisis pada akhir masa simpan dilakukan pada semua jenis PRC dengan spesifikasi <0,8% dari jumlah total sel darah merah. Pemeriksaan ini dilakukan pada 4 kantong per bulannya dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 75%.

g. Jumlah leukosit

Pemeriksaan dengan parameter jumlah leukosit dilakukan pada produk darah PRC Leukodepleted dengan spesifikasi jumlah leukosit $<1 \times 10^6$ per kantong. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1 % dari total seluruh kantong dengan minimal 10 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima adalah 90%

h. Kontaminasi Bakteri

Pemeriksaan dengan parameter kontaminasi bakteri dilakukan pada semua jenis produk darah PRC leukodepleted dengan spesifikasi tidak adanya pertumbuhan bakteri. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1% dari total semua kantong. Persentase QC pada pemeriksaan ini merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri.

Suhu simpan PRC Leucodepleted adalah 2ºC sampai 6ºC dengan lama simpan tergantung oleh antikoagulan dan pengawet yang digunakan. Suhu transportasi PRC leukodepleted yaitu antara 2ºC sampai 10ºC dengan maksimal transportasi 24 jam (Kemenkes, 2015).

4. Thrombocyte Concentrate (TC)

Thrombocyte concentrate (TC) adalah produk darah yang mengandung trombosit konsentrasi tinggi, yang digunakan untuk transfusi pada pasien dengan kondisi medis tertentu, terutama yang mengalami trombositopenia (kekurangan trombosit). TC biasanya dihasilkan dari pengambilan darah, di mana trombosit dipisahkan dari komponen darah lainnya menggunakan teknik seperti sentrifugasi. Proses ini memastikan bahwa produk akhir memiliki konsentrasi trombosit yang lebih tinggi. Transfusi Thrombocyte concentrate (TC) bertujuan untuk meningkatkan jumlah trombosit dalam darah pasien, yang sangat penting untuk proses pembekuan darah dan mencegah pendarahan (Rahman et al., 2023).

Pada orang dewasa, peningkatan jumlah trombosit pasca-transfusi berkisar antara 5000-10000/µL. Efek samping yang mungkin muncul setelah transfusi TC meliputi urtikaria, menggigil, demam, dan aloimunisasi terhadap antigen trombosit donor (Maharani & Noviar, 2018). Umumnya TC tidak digunakan untuk mencegah perdarahan pada pasien yang akan menjalani operasi, kecuali jika jumlah trombosit pasien kurang dari

50.000/uL sebelum operasi. Transfusi dapat dilakukan pada kasus dengan jumlah trombosit <50.000/uL ketika menggunakan alat invasif, seperti kateter vena dalam atau ventilator (Kemenkes, 2015).

Transfusi TC tidak dianjurkan pada kondisi seperti, *idiopathic autoimmune Thrombocytopenic Purpura* (ITP) kecuali terdapat perdarahan mukosa aktif atau jumlah trombosit <20.000/uL., Thrombotic Thrombocytopenic Purpura (TTP), *Disseminated Intravascular Coagulation* (DIC) yang belum diobati dan trombositopenia terkait septikemia, sampai pengobatan dimulai, atau pada kasus hipersplenisme (Kemenkes, 2015).

Menurut (Kemenkes, 2015) parameter yang harus diperiksa dalam *Quality Control* produk darah *Thrombocyte concentrate* yaitu:

a. Golongan darah ABO dan Rhesus

   Pemeriksaan *Quality Control* (QC) dilakukan pada semua kantong hasil pengambilan darah dengan spesifikasi menentukan golongan darah yang terkonfirmasi dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 100%

b. Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

   Pemeriksaan IMLTD memiliki parameter yang harus diperiksa oleh semua kantong yaitu pemeriksaan Anti-HIV 1 dan 2, Anti-HCV, HBsAg dan Sifilis dengan hasil spesifikasi pemeriksaan negatif dan disetujui.

Pemeriksaan IMLTD memiliki persentase QC yang dapat diterima yaitu 100%.

c. Volume darah

Pemeriksaan dengan parameter volume darah dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi >40 mL per kantong tunggal ekuivalen dengan jumlah trombosit 60 x 10^9. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan volume darah TC adalah 75%.

d. Jumlah trombosit per unit final

Pemeriksaan dengan parameter jumlah trombosit per unit final dilakukan pada trombosit dan trombosit tunggal-LD tunggal memiliki spesifikasi >60 x 10^9, sedangkan pada *pool* trombosit dan *pool* trombosit-LD memiliki spesifikasi minimal 2 x 10 11 yang dilakukan pada 1% dari total seluruh kantong dengan minimal 10 per bulan. Persentase QC yang dapat diterima adalah 75%.

e. Jumlah leukosit per unit final

Pemeriksaan dengan parameter jumlah leukosit per unit final pada trombosit tunggal dari PRP memiliki spesifikasi <0.2 x 10^9, pada trombosit tunggal dari BC memiliki spesifikasi <0.05 x 109, pada *pool* trombosit memiliki spesifikasi <1x109, pada trombosit tunggal-LD memiliki spesifikasi <0.2 x 106 dan pada *pool* trombosit-LD memiliki spesifikasi <1x106. Pemeriksaan dilakukan pada 1% dari total seluruh

kantong dengan minimal 10 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima adalah 90%.

f. pH pada akhir masa penyimpanan

pemeriksaan dengan parameter pH pada akhir masa penyimpanan pada suhu 22ºC+2ºC dilakukan pada seluruh kantong dengan spesifikasi >6.4 yang dilakukan pada 1% dari total seluruh kantong dengan minimal 4 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima adalah 75%.

g. Kontaminasi Bakteri

Pemeriksaan dengan parameter kontaminasi bakteri dilakukan pada semua jenis produk darah TC dengan spesifikasi tidak adanya pertumbuhan bakteri. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1% dari total semua kantong. Persentase QC pada pemeriksaan ini merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri.

Thrombocyte concentrate (TC) disimpan pada suhu sekitar 20±2°C. Masa simpan TC adalah 3 hari tanpa agitasi dan dapat bertahan hingga 5 hari dengan agitasi (Maharani & Noviar, 2018).

5. Fresh Frozen Plasma (FFP)

Fresh Frozen Plasma (FFP) terdiri dari plasma dan faktor pembekuan yang tidak stabil. Volume FFP berkisar antara 150 hingga 220 mL, FFP digunakan untuk meningkatkan kadar faktor pembekuan yang tidak stabil,

terutama jika faktor pembekuan pekat atau kriopresipitat tidak tersedia. Transfusi FFP harus sesuai dengan golongan darah ABO pasien, dan harus diberikan dalam waktu 6 jam setelah proses pencairan (Maharani & Noviar, 2018).

Fresh Frozen Plasma (FFP) merupakan salah satu komponen darah yang sangat penting, terutama dalam penanganan berbagai gangguan defisiensi faktor pembekuan darah seperti hemofilia. FFP juga diindikasikan untuk operasi terencana atau prosedur invasif dengan hasil tes pembekuan darah abnormal, pasien trauma yang memerlukan transfusi masif, perdarahan intrakranial terkait warfarin dan defisiensi faktor pembekuan baik bawaan atau didapat (Khawar et al., 2024).

Penyakit defisiensi faktor pembekuan dapat diatasi dengan cara memberikan *replacement therapy* berupa pemberian transfusi darah produk *Fresh Frozen Plasma* (FFP). FFP)\ sendiri merupakan komponen darah yang kaya akan faktor pembekuan, termasuk fibrinogen, FII, FV, FVII, FVIII, FIX, FX, FXI, FXII, FXIII, faktor *von Willebrand*, dan protein (Benjamin & McLaughlin, 2012). Sehingga komponen ini sangat diperlukan untuk membantu pasien dengan kondisi defisiensi faktor pembekuan (Khawar et al., 2024).

Menurut (Kemenkes, 2015) plasma tidak boleh digunakan untuk menggantikan volume darah atau sebagai sumber protein pada pasien yang

mengalami kekurangan nutrisi, karena tindakan ini akan meningkatkan risiko paparan terhadap bahaya transfusi darah.

Menurut (Kemenkes, 2015) parameter yang harus diperiksa dalam *Quality Control* produk darah *Fresh Frozen Plasma* (FFP) yaitu:

a. Golongan darah ABO dan Rhesus

   Pemeriksaan *Quality Control* (QC) dilakukan pada semua kantong hasil pengambilan darah dengan spesifikasi menentukan golongan darah yang terkonfirmasi dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 100%

b. Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

   Pemeriksaan IMLTD memiliki parameter yang harus diperiksa oleh semua kantong yaitu pemeriksaan Anti-HIV 1 dan 2, Anti-HCV, HBsAg dan Sifilis dengan hasil spesifikasi pemeriksaan negatif dan disetujui. Pemeriksaan IMLTD memiliki persentase QC yang dapat diterima yaitu 100%.

c. Volume darah

   Pemeriksaan dengan parameter volume darah dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi volume yang ditentukan ± 10%. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan volume darah FFP adalah 75%.

d. Faktor VIII

Pemeriksaan dengan parameter faktor VIII dilakukan dengan spesifikasi ≥ 0.70 IU/mL yang dilakukan pada *pool* 10 (dengan berbagai golongan darah) yang dilakukan setiap bulan ke-3 dalam bulan pertama penyimpanan. Persentase QC pada pemeriksaan ini rata-rata ≥ 0.70 IU/mL.

e. Sisa sel

Perhitungan dengan parameter jumlah sisa sel dilakukan sebelum pembekuan pada WB-FFP memiliki spesifikasi leukosit <0.1x109/L dan trombosit <50x109/L yang dilakukan pada 1 % dari total semua kantong dengan minimal 4 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan WB-FFP adalah 75%. Sedangkan pada WB-FFP-LD memiliki spesifikasi leukosit <0.1x106/L dan trombosit <50x109/L dilakukan pada 1 % dari total semua kantong dengan minimal 10 kantong per bulan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan WB-FFP-LD adalah 90%.

f. Kebocoran

Pemeriksaan dengan parameter kebocoran dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi tidak ada kebocoran pada setiap bagian kantong, *seal*/perekatan dan selang saat penekanan dilakukan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan ini adalah 100%.

g. Perubahan visual

Pemeriksaan dengan parameter perubahan visual dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi tidak ada warna yang abnormal seperti hemolisis, lipemik dan gumpalan. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan ini adalah 100%.

FFP disimpan pada suhu -18°C atau lebih rendah dengan masa simpan hingga satu tahun. Suhu transportasi FFP yaitu di bawah -25°C. FFP yang sudah dicairkan tidak boleh dibekukan kembali (Kunti Dewi & Bety, 2019).

6. Cryoprecipitate atau Anti-Hemophilic Factor (AHF)

Cryoprecipitate atau *Anti-Hemophilic Factor* (AHF) adalah bagian dari plasma yang mengendap ketika plasma beku segar dicairkan dan disentrifugasi untuk menghilangkan supernatan. Endapan yang tersisa ini diperkaya dengan faktor pembekuan, termasuk Faktor I (fibrinogen), VIII, XIII, dan faktor von Willebrand (vWF) (Burk et al., 2021). AHF mengandung 80 hingga 100 IU faktor VII, vWF, dan sekitar 250 mg fibrinogen (minimum 150 mg) dalam volume 10-15 mL per unit. *Cryoprecipitate* atau *Anti-Hemophilic Factor* (AHF) berfungsi untuk meningkatkan kadar faktor pembekuan VIII, XIII, vWF, dan fibrinogen. Transfusi AHF memerlukan kecocokan golongan darah ABO dengan eritrosit pasien, dan harus diberikan dalam waktu 6 jam setelah pencairan.

Efek samping yang mungkin muncul setelah pemberian AHF meliputi demam dan reaksi alergi (Maharani & Noviar, 2018).

Menurut (Kemenkes, 2015) *Cryoprecipitate* atau *Anti-Hemophilic Factor* (AHF) tidak boleh digunakan untuk mengobati pasien dengan kekurangan faktor pembekuan selain fibrinogen dan faktor XIII. Suhu penyimpanan AHF yaitu -18ºC dengan masa simpan hingga 1 tahun (Maharani & Noviar, 2018).

Menurut (Kemenkes, 2015) parameter yang harus diperiksa dalam *Quality Control* produk darah *Cryoprecipitate* atau *Anti-Hemophilic Factor* (AHF) yaitu:

a. Golongan darah ABO dan Rhesus

   Pemeriksaan *Quality Control* (QC) dilakukan pada semua kantong hasil pengambilan darah dengan spesifikasi menentukan golongan darah yang terkonfirmasi dengan persentase QC yang dapat diterima adalah 100%

b. Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

   Pemeriksaan IMLTD memiliki parameter yang harus diperiksa oleh semua kantong yaitu pemeriksaan Anti-HIV 1 dan 2, Anti-HCV, HBsAg dan Sifilis dengan hasil spesifikasi pemeriksaan negatif dan disetujui. Pemeriksaan IMLTD memiliki persentase QC yang dapat diterima yaitu 100%.

c. Volume darah

Pemeriksaan dengan parameter volume darah dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi volume yang ditentukan ± 10%. Persentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan volume darah AHF adalah 75%.

d. Faktor VIII

Pemeriksaan dengan parameter Faktor VIII dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi ≥ 70 IU/Unit. Setiap 2 bulan. Setiap 2 bulan pooling 6 kantong yang memiliki usia simpan 1 bulan dan kantong yang memiliki masa penyimpanan bulan terakhir. Presentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan ini adalah 75%.

e. Fibrinogen

Pemeriksaan dengan parameter fibrinogen dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi ≥ 140 mg/Unit. Pemeriksaan ini dilakukan pada 1% dari total seluruh produksi komponen AHF atau minimal 4 kantong per bulan. Presentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan ini adalah 75%.

f. Faktor Von Williebrand

Pemeriksaan dengan parameter Faktor Von Williebrand dilakukan pada semua kantong dengan spesifikasi ≥ 100 IU/Unit. Pemeriksaan ini dilakukan Setiap 2 bulan pooling 6 kantong yang memiliki usia simpan

1 bulan. Presentase QC yang dapat diterima pada pemeriksaan ini adalah 75%.

C. PRC Leukodepleted

1. Metode pembuatan PRC Leukodepleted

Leukodepleted adalah komponen darah yang telah mengalami pengurangan jumlah leukosit sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam (Kemenkes, 2015), sehingga jumlah leukositnya menjadi kurang dari 1 x 10^6 per unit. Beberapa metode yang dapat dilakukan, yaitu:

a. Pencucian sel

Pencucian sel adalah teknik menggunakan mesin otomatis maupun manual yang digunakan untuk memurnikan sel darah merah (RBC) yang tidak hanya menghilangkan leukosit tetapi juga plasma. Mesin pencuci sel darah merah otomatis menggunakan prinsip sentrifugasi dengan tambahan saline fisiologis untuk memisahkan komponen darah. Pencucian sel efektif menghilangkan 95% plasma dan mengurangi leukosit hingga 70-95%, namun juga menghilangkan sekitar 15% sel darah merah. Teknik ini memakan waktu yang lama, memerlukan perhatian penuh operator, dan mengurangi umur simpan produk menjadi 24 jam karena hilangnya larutan antikoagulan. Popularitasnya kini menurun, digantikan oleh filtrasi yang lebih efisien (Wenz, 1995). Penggunaan metode pencucian sel dapat menurunkan

jumlah leukosit menjadi 10^7per unit (Maharani & Noviar, 2018). Pencucian PRC dibagi dua cara, yaitu :

1) Cara manual :
   a) Menggunakan kantong cuci (*washing bag*).
   b) Tambahkan NaCl 0.9 % ke dalam kantong darah yang akan dicuci sampai penuh, melalui slang 1.
   c) Putar 1500 xG 30 menit atau 4850 xG 4°C 3 menit.
   d) Buang supernatan melalui slang 2.
   e) Ulangi prosedur sampai 3 kali melalui slang 3 , 4, dst.
   f) Buang supernatan.
2) Dengan mesin :
   a) Masukkan PRC ke dalam mangkok khusus dan putar.
   b) Alirkan NaCl 0.9 % secara terus menerus.
   c) supernatan dibuang secara kontinyu.
   d) PRC yang telah dicuci dipindahkan ke dalam kantong darah (Maharani & Noviar, 2018).

b. Filtrasi

Metode filtrasi untuk pembuatan PRC leukodepleted merupakan prosedur penting dalam pengolahan darah untuk keperluan transfusi yang berguna mengurangi risiko komplikasi imunologis. Proses ini melibatkan penggunaan filter khusus yang dirancang untuk menghilangkan leukosit dari produk darah, baik di laboratorium

(*laboratory side*) maupun di tempat tidur pasien (*bed side*) (Wenz, 1995).

Terdapat dua prosedur yaitu *pre-storage* filter dan *post-storage* filter atau *bed side* filter. Prosedur *pre-storage* filter mempunyai manfaat meminimalkan akumulasi metabolit yang dihasilkan dari degradasi leukosit dan mengurangi pelepasan sitokin inflamasi pada leukosit, alloimunisasi HLA, dan trombositopenia refrakter sebelum lisis sel darah merah. Prosedur *bed side* filter dapat memicu reaksi transfusi yang disebabkan oleh pembebasan sitokin dan interleukin dari sel darah merah yang rusak selama periode penyimpanan (Primasari, 2021).

Efisiensi penghilangan leukosit bergantung pada jenis filter yang digunakan. Filter penghilang leukosit mengandung beberapa lapisan serat poliester sintetis *non-woven* yang secara selektif menahan sel darah putih sementara sel darah merah dan/atau trombosit dibiarkan mengalir melalui filter. Limfosit dan monosit tertahan secara pasif dalam filter, sementara granulosit juga terperangkap melalui proses adsorbsi (H. Kumar et al., 2006).

Proses filtrasi melibatkan adsorpsi selektif, di mana leukosit tertangkap dalam pori-pori matriks serat filter. Faktor seperti tegangan permukaan kritis dan geometri eksklusif filter juga berperan penting dalam efektivitas penghilangan leukosit. Selain itu, interaksi antara

trombosit dan granulosit juga membantu dalam proses ini, di mana trombosit yang teradsorpsi pada serat memfasilitasi penangkapan granulosit (Wenz, 1995).

Penggunaan filter lebih terjangkau dari segi harga dibandingkan dengan metode lain seperti pencucian sel otomatis, pembekuan, dan degliserolisasi. Karena itu, filter telah muncul sebagai cara yang efektif dan andal untuk leukodeplesi. Kemajuan dalam teknik filtrasi dan jenis filter telah mengurangi jumlah sel darah putih dalam konsentrat sel darah merah dan trombosit hingga 99,9 persen (kurang dari 5×10^6 sel darah putih per unit) atau lebih (H. Kumar et al., 2006). Prosedur pembuatan PRC Leukodepleted metode filtrasi:

1) Bahan :

Sel Darah Merah Pekat (PRC)

2) Alat :

   a) Klem
   b) Gunting
   c) Steril Connecting Device (SCD)
   d) Kantong Leukodepleted
   e) Gantungan infus

3) Prosedur:

   a) Siapkan komponen darah PRC.

b) Identifikasi kantong darah : nomor selang dan *barcode*, golongan darah, jam pengambilan, tanggal pengambilan, jenis komponen darah, volume, suhu penyimpanan, tanggal kadaluarsa, dan nama petugas.

c) Tutup klem 1 pada kantong filter.

d) Sambungkan selang kantong darah PRC yang akan di filter dengan kantong filter leukodepleted menggunakan alat steril *connecting device.*

e) Homogenkan kantong darah yang akan di filter dengan perlahan lahan.

f) Gantung darah pada dudukan pada ketinggian 1,5 meter.

g) Buka klem 1 pada kantong filter untuk memulai filtrasi dengan gravitasi secara vertikal.

h) Ketika proses filtrasi selesai dan untuk mengoptimalkan pemulihan komponen darah, biarkan sistem menggantung lurus ke bawah dari dudukan untuk waktu yang diperlukan agar filter jatuh dan kosong (beberapa menit).

i) Setelah mengosongkan filter, biarkan sistem tergantung vertikal pada dudukan dan buka penutup *blood-catcher valve*.

j) Tutup klem selang darah yang telah di filter, homogenkan komponen darah perlahan-lahan.

k) Buka klem, dan tekan kantong darah sampai udara keluar melalui *blood-catcher valve*.

l) Tutup klem dan seal selang kantong darah.

2. Quality Control (QC) PRC Leukodepleted

Tabel 2. 1 Quality Control

Parameter yang harus diperiksa	**Dilakukan pada**	**Spesifikasi**	**Sampling**	**% QC yang dapat diterima**
ABO dan Rhesus	PRC Leukodeplteed	Menentukan golongan darah yang terkonfirmasi	Semua kantong	100%
Anti-HIV 1 dan 2	PRC Leukodeplteed	hasil negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua Kantong	100%
Anti-HCV	PRC Leukodeplteed	hasil negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua Kantong	100%
HBsAg	PRC Leukodeplteed	hasil negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua Kantong	100%

Sifilis	PRC Leukodeplteed	hasil negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua Kantong	100%
Volume	PRC Leukodepleted dari WB 450 ml dan 350 ml	akan ditetapkan sesuai sistem yang digunakan	1% dari total kantong dengan minimal 4 kantong per bulan	75%
Hematokrit	PRC Leukodeplteed	0.50-0.70	4 kantong per bulan	
Hemoglobin	PRC Leukodeplteed	minimal 40 g per kantong	4 kantong per bulan	75%
Hemolisis pada akhir masa simpan	PRC Leukodeplteed	<0,8% dari jumlah total sel darah merah	4 kantong per bulan	75%
Jumlah leukosit	PRC Leukodeplteed	$<1x10^6$ per kantong	1% dari semua kantong minimal 10 per bulan	90%
Kontaminasi Bakteri	PRC Leukodeplteed	Tidak ada pertumbuhan bakteri	1 % dari semua kantong	Merujuk pada grafik statistik

				pertumbuhan bakter

(Kemenkes, 2015)

D. Pemanfaatan Produk Darah PRC Leukodepleted

1. Indikasi

PRC leukodepleted diberikan pada kondisi-kondisi di mana risiko reaksi transfusi yang disebabkan oleh leukosit harus diminimalkan atau dihindari (Syarifah & Arni, 2023). Menurut (Kemenkes, 2015) PRC leukodepleted umumnya dibutuhkan oleh pasien yang memerlukan transfusi berulang, seperti penderita thalasemia, anemia dan pasien dengan yang rentang terhadap reaksi imun. Pemberian PRC leukodepleted juga ditunjukkan untuk mencegah penularan infeksi virus melalui leukosit seperti cytomegalovirus (CMV). Pasien dengan penyakit jantung atau paru-paru kronis yang mengalami anemia berat juga memerlukan transfusi PRC leukodepleted untuk menghindari efek negatif leukosit. Dengan mengurangi leukosit, risiko reaksi demam non-hemolitik, penularan infeksi, dan efek imunomodulasi yang tidak diinginkan dapat diminimalkan, sehingga memberikan hasil klinis yang lebih baik dan lebih aman bagi pasien yang rentan (Ningrum & Khairinisa, 2022). Beberapa indikasi yang diberikan PRC Luekodepleted, yaitu:

a. Thalasemia

Thalasemia adalah pengelompokan kelainan genetik heterogen yang disebabkan oleh penurunan sintesis rantai alfa atau beta hemoglobin (Hb). Hemoglobim merupakan komponen pembawa oksigen dalam sel darah merah. Hemoglobin terdiri dari dua protein, alfa dan beta. Jika tubuh tidak memproduksi salah satu dari kedua protein ini dalam jumlah yang cukup, sel darah merah tidak terbentuk dengan benar dan tidak dapat membawa oksigen yang cukup; hal ini menyebabkan anemia yang dimulai sejak masa kanak-kanak dan berlangsung sepanjang hidup. Thalasemia adalah penyakit bawaan, yang berarti bahwa setidaknya salah satu orang tua harus menjadi pembawa penyakit tersebut. Penyakit ini disebabkan oleh mutasi genetik atau penghapusan fragmen gen kunci tertentu (Bajwa & Basit, 2019).

Thalasemia alfa disebabkan oleh delesi gen globin alfa yang mengakibatkan berkurangnya atau tidak adanya produksi rantai globin alfa. Gen globin alfa memiliki 4 alel dan tingkat keparahan penyakit berkisar dari ringan hingga berat, tergantung pada jumlah delesi alel. Delesi empat alel merupakan bentuk yang paling parah, di mana tidak ada globin alfa yang diproduksi dan rantai gamma yang berlebih (yang ada selama masa janin) membentuk tetramer. Kondisi ini tidak sesuai dengan kehidupan dan mengakibatkan hidrops fetalis. Delesi satu alel

merupakan bentuk yang paling ringan dan sebagian besar tidak terlihat secara klinis (Bajwa & Basit, 2019).

Thalasemia beta disebabkan oleh mutasi titik pada gen beta-globin. Penyakit ini dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan zigositas mutasi gen beta. Mutasi heterozigot (thalasemia beta-plus) menyebabkan thalasemia beta minor di mana rantai beta diproduksi secara kurang. Penyakit ini ringan dan biasanya tanpa gejala. Thalasemia beta mayor disebabkan oleh mutasi homozigot (thalasemia beta-zero) pada gen beta-globin, yang mengakibatkan tidak adanya rantai beta sama sekali. Penyakit ini bermanifestasi secara klinis sebagai penyakit kuning, retardasi pertumbuhan, hepatosplenomegali, kelainan endokrin, dan anemia berat yang memerlukan transfusi darah seumur hidup. Kondisi di antara kedua jenis ini disebut thalasemia beta intermedia dengan gejala klinis ringan hingga sedang (Bajwa & Basit, 2019).

Thalasemia dapat diobati dilihat dari jenis dan tingkat keparahan penyakitnya. Penderita thalasemia ringan dengan Hb sekitar 6 hingga 10g/dl menunjukkan tanda dan gejala umumnya ringan pada thalasemia minor dan sedikit atau tidak ada gejala, sehingga diperlukan pengobatan seperti transfusi darah, terutama setelah operasi, setelah melahirkan, atau untuk membantu mengelola komplikasi thalasemia. Penderita thalasemia sedang hingga berat dengan Hb kurang dari 5 hingga 6g/dl

merupakan bentuk thalasemia yang lebih parah yang sering kali memerlukan transfusi darah secara teratur. Tujuannya adalah untuk mempertahankan Hb sekitar 9 hingga 10 mg/dl agar pasien merasa sehat dan juga untuk mengendalikan eritropoiesis dan menekan hematopoiesis ekstrameduler (Bajwa & Basit, 2019).

b. Anemia

Anemia adalah kondisi di mana kapasitas sel darah merah untuk membawa oksigen tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh. Hal ini disebabkan oleh penurunan kadar hemoglobin (Hb) dalam darah atau jumlah sel darah merah yang lebih rendah dari normal. Hemoglobin berperan penting dalam membawa oksigen. Sehingga kekurangan Hb, sel darah merah, atau adanya sel darah merah yang abnormal dapat menurunkan kapasitas darah untuk mengirimkan oksigen ke jaringan tubuh. Akibatnya, gejala seperti kelelahan, kelemahan, pusing, dan sesak napas dapat muncul. Anemia dapat disebabkan oleh kekurangan zat besi, vitamin B12, folat, atau pola produksi eritrosit yang tidak normal. Biasanya, gejala tidak jelas terlihat ketika kadar Hb masih di atas 9–10 g/dL karena tubuh mencoba mengompensasi dengan peningkatan denyut jantung sebagai respons terhadap hipoksia. Namun, ketika kompensasi ini tidak lagi mencukupi, gejala tersebut akan muncul (Dimauro et al., 2023).

Pengobatan anemia defisiensi besi dilakukan dengan pemberian suplemen besi oral dalam bentuk garam fero seperti sulfat, glukonat, fumarat, dan lainnya, yang relatif lebih murah dan praktis dibandingkan metode lain. Transfusi darah diberikan sebagai pengobatan tambahan hanya pada pasien dengan kadar Hb 6 g/dL atau kurang, karena pada kadar tersebut risiko gagal jantung meningkat dan dapat terjadi gangguan fisiologis. Transfusi komponen darah berupa suspensi eritrosit (PRC) diberikan secara bertahap dengan aliran tetesan yang lambat (Abdulsalam & Daniel, 2016).

2. Kontradiksi

Menurut (Kemenkes, 2015) PRC leukodepleted tidak ditransfusikan pada pasien dengan riwayat Graft Versus Host Disease/GvHD. Pencegahan GvHD adalah dengan cara iridiasi komponen darah dengan dosis 25-30 Gray. Transfusion-associated Graft-versus-Host Disease (TA-GvHD) bermanifestasi ketika limfosit donor mengalami proliferasi dan menimbulkan kerusakan pada organ, terutama mempengaruhi sumsum tulang, kulit, hati, dan saluran pencernaan. Manifestasi klinis meliputi demam, ruam pada kulit, pansitopenia, disfungsi hati, dan diare. Timbulnya gejala yang khas terjadi sekitar 8-10 hari setelah transfusi. Pada neonatus, interval antara transfusi dan manifestasi gejala lebih panjang. Langkah-langkah pencegahan termasuk melakukan iradiasi gamma produk darah

seluler (termasuk *whole blood*, eritrosit, trombosit, dan granulosit) yang ditransfusikan kepada pasien yang berisiko (Kiswari, 2014).

3. Dosis

Menurut (Kemenkes, 2015) dosis pemberian transfusi PRC Leukodeplted sama dengan PRC di mana pada anak dengan Hb lebih dari 6 g/dL yaitu 15 mL/kg berat badan per hari. Pada anak dengan Hb kurang dari 5 g/dL maka diberikan 1 jam pertama dengan dosis 5 mL/kg berat badan, kemudian diberikan 3 jam berikutnya sisa darah yang masih ada. Pada neonatus diberikan dosis 20 mL/kg berat badan dengan menggunakan kantong pediatrik 50 mL.

4. Cara Pemberian

Menurut (Kemenkes, 2015) pemberian produk darah komponen PRC Leukodepleted sama dengan pemberian produk darah *Whole Blood* yaitu golongan darah ABO dan Rhesus donor dengan pasien harus cocok, menggunakan *blood set* baru dengan filter terintegrasi yang memiliki ukuran 170-200 μ, darah harus segera ditransfusikan kepada pasien dengan waktu paling lambar 30 menit setelah darah dikeluarkan dari suhu optimal dengan waktu transfusi maksimal 4 jam setelah dimulai, dilarang juga menambahkan obat lain ke dalam kantong darah namun, dapat memasukkan larutan NaCl 0,95 sebanyak 50-100 mL menggunakan *blood*

set untuk mempercepat aliran, dan dapat menggunakan *bedside* filter saat transfusi.

E. Reaksi Transfusi

Segala upaya telah dilakukan untuk memperoleh komponen darah yang aman. Namun adanya reaksi transfusi dapat muncul tanpa diprediksi. Reaksi transfusi timbul dengan gejala seperti demam, menggigil, gangguan pernafasan, hipertensi atau hipotensi, nyeri di tempat infus atau di bagian tubuh lain misalnya abdomen atau dada, urtikaria dan manifestasi kulit lain, ikterik atau hemoglobinuria, mual/muntah, perdarahan, oligouria/anuria. Gejala-gejala reaksi transfusi dapat timbul setelah 24 jam setelah proses transfusi atau timbul setelah 24 jam pasca transfusi (Kemenkes, 2015). Berbagai reaksi transfusi pemberian PRC Lukodepleted, seperti:

1. Febrile Non-Hemolytic Transfusion Reaction (FNTHR)

Febrile Non-Hemolytic Transfusion Reaction (FNTHR) adalah reaksi transfusi yang ditandai dengan munculnya gejala klinis berupa demam tanpa disertai hemolisis sel darah merah. Reaksi ini disebabkan oleh pelepasan sitokin dari sel leukosit. FNHTR terjadi ketika terdapat peningkatan suhu tubuh lebih dari 1°C selama atau dalam waktu 24 jam setelah transfusi yang disertai gejala menggigil, demam, sakit kepala, dan nyeri otot. Selain itu, pasien juga dapat mengalami hipotensi, muntah, serta gangguan pernapasan (Maharani & Noviar, 2018).

Reaksi FNHTR terjadi karena adanya sel darah putih dalam darah yang didonorkan, yang dianggap sebagai penyebab utama. Reaksi ini terjadi ketika antibodi dalam tubuh penerima bereaksi terhadap antigen di sel darah putih dari donor. Reaksi ini memicu pelepasan zat yang menyebabkan demam. Oleh karena itu, pengurangan leukosit dari sel darah merah diharapkan dapat mengurangi insiden FNHTR dan biaya klinis terkait (Dutt et al., 2017).

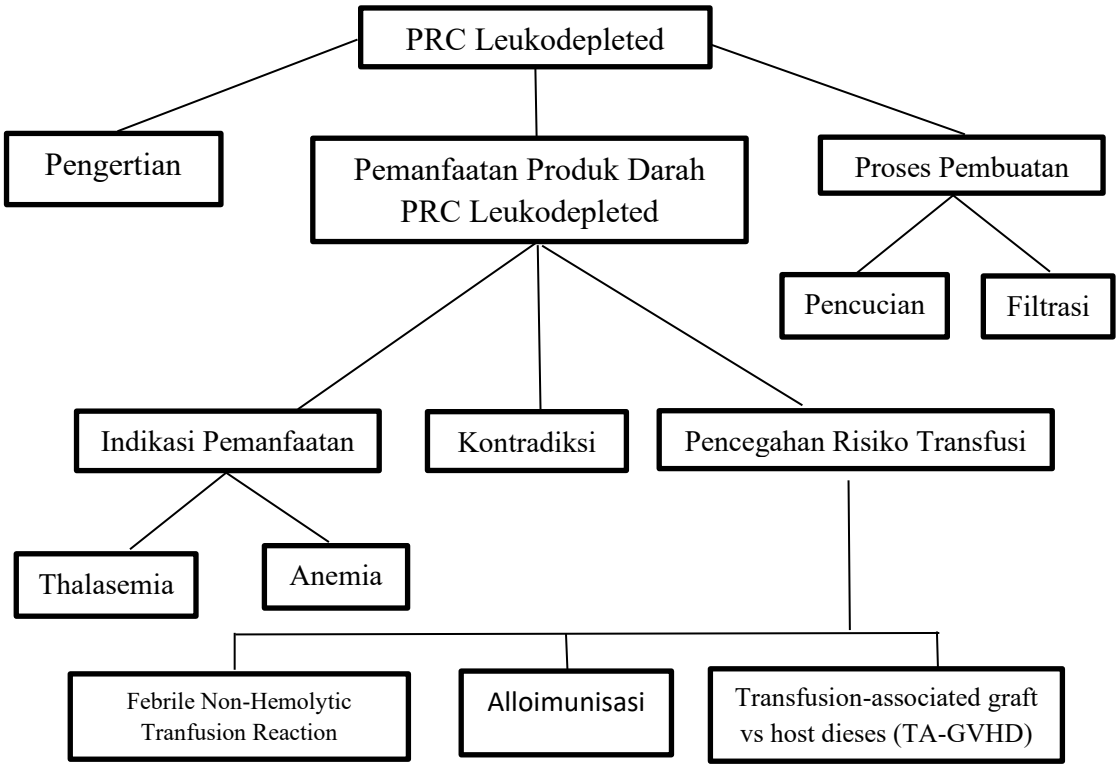
2. Alloimunisasi

Salah satu komplikasi jangka panjang dari transfusi adalah aloimunisasi, yaitu terbentuknya antibodi sebagai respons terhadap paparan antigen pada sel darah merah, leukosit, atau trombosit dari transfusi sebelumnya. Reaksi ini biasanya terjadi pada pasien yang telah menerima beberapa kali transfusi. Gejala klinis yang muncul umumnya ringan, seperti demam dan penurunan kadar hemoglobin (Hb). Namun, aloimunisasi dapat menjadi serius, terutama jika terjadi perdarahan. Misalnya, pada transfusi trombosit, antibodi pasien dapat bereaksi dengan trombosit yang ditransfusikan, menyebabkan penurunan jumlah trombosit yang signifikan (trombositopenia), dan jika reaksi ini terus berlangsung, bisa menyebabkan perdarahan. Jika antibodi yang terbentuk sangat kuat, efeknya dapat menjadi lebih parah (Maharani & Noviar, 2018).

3. Transfusion-associated graft vs host disease (TA-GVHD)

Reaksi ini cukup jarang terjadi dalam transfusi, namun bisa sangat berbahaya. Reaksi ini melibatkan limfosit T dari donor yang memicu sistem imun pasien. Limfosit donor dikenali sebagai zat asing oleh sistem imun pasien, sehingga limfosit yang ditransfusikan akan dihancurkan. Tiga faktor utama yang mempengaruhi reaksi ini adalah status imun pasien, kecocokan HLA antara donor dan penerima, serta jumlah sel T yang teraktivasi akibat transfusi. Jika darah yang mengandung limfosit ditransfusikan ke pasien dengan gangguan sistem imun, seperti penderita AIDS atau pasien yang menjalani terapi kanker, reaksi TA-GVHD biasanya tidak terjadi. Namun, dalam kasus ini, sel limfosit donor dapat berkembang biak dan menyebabkan penyakit yang lebih serius. Jika donor dan pasien memiliki haplotipe HLA yang sama, limfosit donor tidak akan dihancurkan oleh tubuh pasien. Reaksi TA-GVHD sering kali sulit dikenali dan bisa disalahartikan sebagai sepsis atau reaksi terhadap obat. Gejala biasanya muncul 1 hingga 6 minggu setelah transfusi, termasuk diare, nyeri perut, mual, dan muntah. Jika hati terpengaruh, kadar bilirubin akan meningkat. Kulit mungkin memerah jika reaksi mengenai kulit, dan komplikasi paling serius terjadi jika sumsum tulang ikut terlibat (Maharani & Noviar, 2018).

F. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori