BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Komponen Darah

Komponen darah adalah bagian-bagian darah yang dipisahkan secara fisik atau mekanik tanpa menambah bahan kimia, biasanya melalui pengendapan atau pemutaran. Pengolahan komponen darah melibatkan pemisahan darah donor menjadi komponen yang siap pakai dengan memastikan kualitas dan keamanan produk akhir. Proses pemisahan harus dilakukan secara aseptik menggunakan berbagai jenis kantong darah, seperti kantong darah ganda, triple, quadriple, atau kantong darah tunggal dengan "transfer bag" (Maharani & Noviar, 2018).

B. Macam-Macam Komponen Darah

1. Whole Blood

Whole Blood (WB) adalah kombinasi berbagai jenis sel darah dan cairan kekuningan yang disebut plasma. Komponen ini terdiri dari eritrosit, leukosit, dan trombosit. Komponen WB diperoleh dari donor yang lolos seleksi donor. Komponen WB memastikan kapasitas pengangkutan oksigen dan meningkatkan volume darah.

Komponen WB dapat digunakan pada pasien dengan perdarahan aktif yang kehilangan 25% dari total volume darahnya. Serta pada neonatus, komponen darah lengkap yang berumur kurang dari 7 hari cocok sebagai transfusi tambahan untuk mencegah hyperkalemia (Maharani & Noviar, 2018). Kontra indikasi komponen darah lengkap yaitu, pada pasien anemia kronik dan pasien gagal jantung pada tahap awal (Permenkes No 91, 2015).

Berdasarkan PMK No 91 Tahun 2015, parameter komponen darah lengkap yang harus diperiksa yaitu pemeriksaan ABO rhesus, pemeriksaan penyakit IMLTD (Anti-HIV 1&2, Anti-HCV, HbsAg, Sifilis), volume, hemoglobin, hemolisis, dan tidak adanya kontaminasi bakteri.

Darah lengkap disimpan pada suhu 2-6°C, karena trombosit dan leukosit tidak dapat bertahan lama pada suhu (1-6°C) maka isi utama dari komponen darah lengkap adalah sel darah merah dan plasma. Umur sel darah merah tergantung pengawet di dalam kantong darah (CPD 21 hari, CPDA 35 hari). Penyimpanan darah lengkap lebih dari 24 jam dapat mengakibatkan penurunan jumlah platelet dan granulosit. Selain itu, jumlah faktor pembekuan V dan VIII juga berkurang seiring waktu penyimpanan (Maharani & Noviar, 2018).

2. Packed Red Cell Leukodepleted (PRC-LD)

PRC-LD merupakan komponen darah yang jumlah leukositnya sudah dikurangi atau biasa disebut darah merah pekat miskin leukosit. Isi utama komponen ini adalah eritrosit (Maharani & Noviar, 2018).

Beberapa indikasi penggunaan komponen darah PRC-LD meliputi penurunan risiko penularan CMV, mengurangi imunisasi sel darah putih pada pasien yang mendapatkan transfusi berulang, dan pada pasien yang pernah mengalani dua kali atau lebih reaksi demam akibat transfusi sel darah merah sebelumnya. Namun komponen darah ini tidak dapat mencegah terjadinya Graft Versus Host Disease (GvHD). Untuk mencegahnya, darah harus diirradiasi dengan dosis 25 hingga 30 Gray (Permenkes No 91, 2015).

Menurut PMK No 91 Tahun 2015, parameter yang harus diperiksa pada komponen PRC-LD meliputi pemeriksaan ABO rhesus, pemeriksaan penyakit IMLTD (Anti-HIV 1&2, Anti-HCV, HbsAg, Sifilis), volume, hematokrit, hemoglobin, hemolisis, jumlah leukosit, dan tidak adanya kontaminasi bakteri.

Komponen PRC-LD ini dapat disimpan pada suhu 2°C-6°C dan masa simpannya tergantung jenis antikoagulan yang digunakan. Dan untuk suhu saat transportasi antara 2°C dan 10°C untuk maksimal 24 jam (Permenkes No 91, 2015).

3. Trombocyte Concentrate (TC)

Komponen TC merupakan komponen yang berisikan trombosit yang diperoleh dari WB yang disimpan dalam sistem kantong darah steril dengan kantong transfer terintegrasi, dimana trombosit tersuspensi dalam plasma. Trombosit ini bisa berasal dari satu kantong atau dari pooling 4-6 kantong

dengan golongan darah yang sama, sesuai dengan dosis standar untuk dewasa (Permenkes No 91, 2015).

TC digunakan untuk meningkatkan jumlah trombosit pada pasien. Indikasi utama pemberian terapi trombosit adalah untuk individu yang mengalami trombositopenia simptomatik. Transfusi trombosit adalah yang paling efektif dalam kasus gangguan pembentukan trombosit, seperti yang terjadi pada aplasia sumsum tulang (contohnya setelah kemoterapi atau pada kegagalan sumsum tulang) (Maharani & Noviar, 2018). Namun transfusi trombosit konsentrat tidak dianjurkan untuk beberapa penyakit yang meliputi, *Idiopathic Autoimmune Thrombocytopenic Purpura*/ITP (terkecuali bila terdapat perdarahan mukosa aktif atau jumlah trombosit di bawah 20.000/ μL), *Thrombotic Thrombocytopenic Purpura* (TTP), *Disseminated Intravascular Coagulation* (DIC) yang tidak diobati, dan trombositopenia yang berkaitan dengan septikemia (sampai dimulainya pengobatan atau pada kasus hipersplenisme) (Permenkes No 91, 2015).

Parameter komponen TC yang harus diperiksa meliputi pemeriksaan ABO rhesus, pemeriksaan penyakit IMLTD (Anti-HIV 1&2, Anti-HCV, HbsAg, Sifilis), volume, jumlah trombosit, jumlah leukosit, pH, hemolisis, dan tidak adanya kontaminasi bakteri (Permenkes No 91, 2015).

Untuk memaksimalkan fungsi dari komponen TC maka harus diperhatikan rantai dingin saat penyimpanan dan saat transportasi, komponen TC dapat disimpan pada suhu 20°C ±2°C selama 3 hari tanpa

goyangan atau 5 hari dengan goyangan (Maharani & Noviar, 2018). Transportasikan TC pada suhu antara 20°C hingga 24°C dan saat diterima, pindahkan segera ke kondisi penyimpanan yang direkomendasikan. Jangka waktu transportasi TC maksimal 24 jam (Permenkes No 91, 2015).

4. Fresh Frozen Plasma (FFP)

FFP adalah bagian cair dari darah lengkap yang dibekukan dalam waktu 6-8 jam setelah pengambilan, sehingga tetap mengandung faktor koagulasi labil (VIII, V), semua faktor pembekuan lainnya, dan protein plasma. Isi utama FFP yaitu plasma serta faktor pembekuan labil dengan volume 150-220 mL.

Komponen ini dapat digunakan dengan baik untuk rekonstruksi sel darah merah dalam transfusi tukar pada bayi. FFP biasanya diindikasikan untuk mengatasi defisiensi faktor pembekuan yang menyebabkan gangguan hemostatik. Tetapi biasanya transfusi komponen FFP ini jarang digunakan, kalaupun digunakan juga biasanya untuk ekspansi volume (Maharani & Noviar, 2018). Dan sesuai dengan PMK 91 Tahun 2015, plasma tidak boleh digunakan sebagai pengganti volume darah atau sebagai sumber protein bagi pasien yang kekurangan nutrisi, karena hal ini dapat meningkatkan resiko transfusi darah bagi pasien tersebut.

Parameter komponen FFP yang harus diperiksa yaitu, pemeriksaan ABO rhesus, pemeriksaan penyakit IMLTD (Anti-HIV 1&2, Anti-HCV,

HbsAg, Sifilis), volume, faktor VIII, sisa sel, kebocoran, perubahan visual, dan tidak adanya kontaminasi bakteri (Permenkes No 91, 2015).

Komponen FFP disimpan pada suhu -18°C atau lebih rendah dan memiliki masa simpan hingga 1 tahun (Maharani & Noviar, 2018).

C. Produk Packed Red Cell (PRC)

PRC adalah produk darah yang sering digunakan dalam transfusi untuk meningkatkan kadar hemoglobin pasien (Maharani & Noviar, 2018). PRC adalah komponen yang terdiri dari eritrosit yang telah dipadatkan dengan memisahkan komponen lainnya, sehingga hematokritnya mencapai 65-70%. Ini berarti bahwa sekitar 125-150 mL plasma telah dihilangkan dari setiap unitnya. Setiap unit PRC memiliki volume sekitar 128-240 mL, yang bervariasi tergantung pada kadar Hb donor dan proses pemisahan komponen awal (Septiani et al., 2023).

Hemoglobin berfungsi sebagai pengangkut O2 dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh (Rosita et al., 2019). Salah satu penyakit yang membutuhkan transfusi PRC adalah anemia. Anemia atau kurang darah, adalah kondisi di mana tubuh kekurangan sel darah merah yang sehat atau sel darah merah tidak berfungsi dengan baik. Hal ini mengakibatkan organ tubuh tidak mendapatkan cukup oksigen, membuat penderita tampak pucat dan cepat lelah. Ini adalah gangguan darah yang terjadi ketika kadar hemoglobin (komponen utama sel darah merah yang mengangkut oksigen) berada di bawah normal (Septiani et al., 2023).

Hematokrit adalah perbandingan antara volume sel darah merah dan total volume darah. Kadar hematokrit berkaitan erat dengan tingkat hemoglobin; semakin tinggi kadar hemoglobin, semakin tinggi pula hematokrit, sehingga kekentalan darah menjadi lebih pekat. Kondisi ini bisa mempengaruhi proses donor atau transfusi. Untuk PRC, indikator hematokrit yang normal adalah antara 65% hingga 75% (Susilo et al., 2020).

1. Indikasi PRC

Penggunaan PRC diindikasikan untuk menggantikan sel darah merah pada pasien yang mengalami kehilangan darah secara akut maupun kronik, seperti anemia akibat trauma, pembedahan, dialisi, gagal jantung, keganasan, penyakit sel sabit, serta perdarahan pasca persalinan (Saragih, 2019). Transfusi PRC umumnya direkomendasikan jika kadar Hb <7 g/dl, terutama dalam kasus anemia akut. Transfusi dapat ditunda jika pasien tidak menunjukkan gejala atau jika ada terapi spesifik lain yang dapat mengatasi masalah (Septiani et al., 2023). Jumlah PRC yang diperlukan untuk menaikkan Hb dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

Jumlah PRC = Hb x 3x BB

Hb = Selisih Hb yang diinginkan dengan Hb sebelum transfusi

BB = Berat badan

2. Kontra Indikasi PRC

Transfusi PRC tidak dilakukan jika kadar Hb ≥10 g/dl, kecuali ada indikasi khusus, seperti kondisi yang memerlukan kapasitas transport

oksigen yang lebih tinggi (contohnya, penyakit paru obstruktif kronik yang berat dan penyakit jantung iskemik yang parah) (Septiani et al., 2023). Juga pada pasien anemia kronik dan gagal jantung tahap awal karena jika tetap dipaksakan transfusi PRC maka risiko overload akan semakin tinggi (Permenkes No 91, 2015).

3. Metode Pengolahan PRC

a. Sentrifugasi

Sentrifugasi adalah sebuah alat pemisah yang memanfaatkan perbedaan efek gaya sentrifugal pada berbagai molekul dalam suspensi akibat gerakan berputar. Gaya sentrifugal adalah gaya semu yang mendorong benda menjauh dari pusat putar dan muncul pada benda yang berputar dalam kerangka non-inersia. Dalam alat sentrifugasi, kerangka non-inersia adalah botol tempat suspensi diletakkan, yang menjaga agar suspensi tidak tumpah namun tidak menahan posisi molekul-molekul penyusun suspensi. Efek gaya sentrifugal akan mendorong setiap molekul menjauh dari pusat putar (Aji et al., 2019).

Sentrifugasi adalah tahap penting untuk memisahkan komponen seluler darah dari plasma. Proses ini harus dilakukan dalam kondisi bersih untuk memisahkan sel darah merah dari plasma. Parameter sentrifugasi yang digunakan harus divalidasi terlebih dahulu sebelum pengolahan komponen darah dilakukan (Permenkes No 91, 2015).

b. Sedimentasi

Sedimentasi dilakukan jika sentrifuge 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. Untuk metode sedimentasi, darah disimpan selama 6-18 jam pada *Blood Bank Refrigerator* dengan suhu 2°C sampai 6°C (Permenkes No 91, 2015).

Tabel 1. Kelebihan dan Kekurangan Metode Pengolahan PRC

No.	Metode	Kelebihan	Kekurangan
1.	Sentrifugasi	• Pemisahannya sempurna • Permintaan darah selama 24 jam langsung dapat dilayani • Kecepatan, waktu dan suhu tertentu, dapat	• Perlu peralatan khusus (Refrigerated Centrifuge) • Perlu tenaga terlatih, ruangan yang cukup

		diperoleh plasma dan sel darah yang berbatas tegas, sehingga ketika diuji mutu hasilnya baik sesuai standar.	
2.	Sedimentasi	• Terpisahnya PRC dibagian bawah dan plasma dibagian atas dengan sendirinya • Tidak memerlukan Refrigerated Centrifuge	• Pasien harus menunggu minimal 6-18 jam untuk pengendapan • Pemisahannya kurang sempurna

(Sumber PMK No. 91, 2015 dan (Dr. dr. Yuyun Siti Maryuningsih, M.Sc et al., n.d.))

4. **Parameter PRC**

Tabel 2. Spesifikasi QC

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	• PRC dari WB 450 ml • PRC dari WB 350 ml	280 ± 50 ml 218 ± 39 ml	1% dari total kantong minimal	75%
	• PRC-BCR dari WB 450 ml	250 ± 50 ml 195 ± 39 ml		

	• PRC-BCR dari WB 350 ml		4 per bulan	
	• PRC-LD dari WB 450 ml • PRC-LD dari WB 350 ml	Akan ditetapkan sesuai sistem yang digunakan		
Hematokrit	PRC	0.65-0.75	4 kantong per bulan	
	PRC-BCR	0.50-0.70		
	PRC-LD	0.50-0.70		
Hemoglobin	PRC	Minimal 45 g per kantong		
	PRC-BCR	Minimal 43 g per kantong	4 kantong per bulan	75%

	PRC-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 x 10^9 per kantong (BCR)	1% dari total kantong minimal 10 per bulan	90%
	Red Cells-LD	<1 x 10^6 per kantong (LD)		
Kontaminasi bakteri	Semua kantong (pengujian *surrogate*		1% dari semua kantong	Merujuk pada grafik statistik pertumbuhan vakteri

	diperbolehkan)			

(Sumber : Permenkes No 91, 2015)

Metode Pemeriksaan Hemoglobin dan Hematokrit

Hematology analyzer merupakan alat otomatis yang sangat kompleks secara analitis dan teknis. ini digunakan untuk melakukan pemeriksaan darah secara menyeluruh, termasuk analisis hemoglobin, kadar leukosit, eritrosit, dan trombosit. Selain itu, alat ini juga dapat mendeteksi atau mendiagnosis beberapa penyakit yang berkaitan dengan darah, seperti diabetes dan kanker darah (Dabukke et al., 2023). Cara penggunaan hematology analyzer bervariasi tergantung pada merek dan produsen, namun secara umum langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

a. Hidupkkan Alat
    1) Nyalakan UPS, computer dan printer.
    2) Cek reagen dan saluran pembuangan limbah.
    3) Tunggu layar monitor sampai muncul tulisan XYSMEX
    4) Buka password dengan mengetik XS. Lalu tekan “Enter”.
    5) Nyalakan analyzer
    6) Klik worklise kemudian klik register (isi no sample, ID pasien, nama, umur, dokter pengirim, ruang pengirim). Jika sudah terisi semua lalu tekan “OK”

7) Klik manual cek identitas pasien

8) Sampel dimasukkan, hasil dengan print out secara otomatis

b. Untuk Menjalankan QC

1) Pilih menu Quality Control, kemudian tekan enter

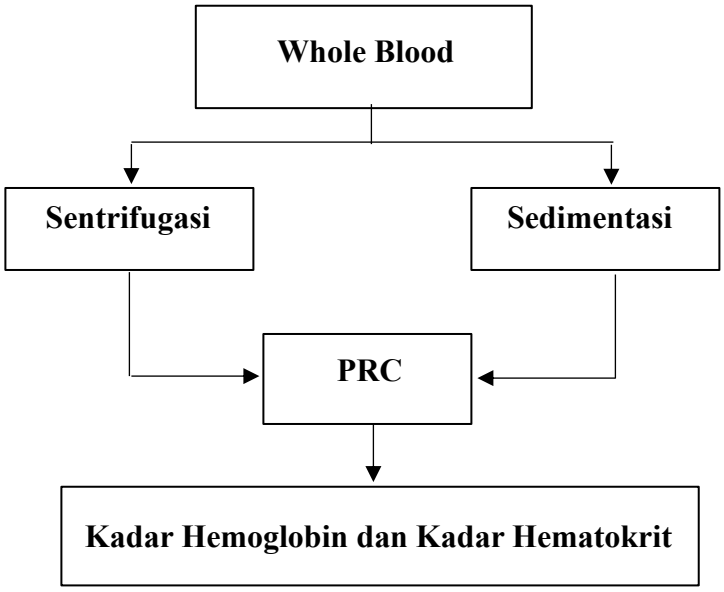
2) Pilih menu Analyze, kemudian tekan enter

3) Isi No.Lot, kemudian tekan enter

5. Penyimpanan PRC

Suhu penyimpanan PRC 2°C-6°C dan untuk suhu transportasi antara 2°C dan 10°C untuk maksimal 24 jam (Permenkes No 91, 2015). Selama penyimpanan, PRC mengalami perubahan biokimia yang sebagai lesi penyimpanan. Kerusakan eritrosit sekitar 1-5% terjadi selama proses donor, dan viabilitas eritrosit menurun karena penurunan ATP, yang menyebabkan perubahan bentuk sel dan peningkatan nilai hematokrit. Masa penyimpanan PRC dapat diperpanjang dengan penambahan fosfat dan adenin, serta solusi aditif seperti *saline adenine glucose manitol* (SAGM). Dengan SAGM, PRC dapat disimpan hingga 42 hari pada suhu 2°C hingga 6°C. Penambahan ini membantu mengurangi hemolisis, menyediakan energi, dan menjaga kadar ATP (Saragih, 2019).

D. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori

E. Hipotesis

H_a : Terdapat perbedaan kadar hemoglobin dan hematokrit antara produk PRC dengan metode sentrifugasi dan metode sedimentasi.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan kadar hemoglobin dan hematokrit antara produk PRC dengan metode sentrifugsi dan metode sedimentasi.