

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Transfusi Darah

Salah satu upaya dalam rangka pemulihan kesehatan dan penyembuhan penyakit adalah pelayanan transfusi darah, Pelayanan transfusi darah yang berkualitas bergantung pada tersedianya darah atau komponen darah dalam jumlah yang cukup, aman, mudah didapat, dan harganya terjangkau oleh masyarakat (Permenkes, 2015).

Pelayanan darah hanya dilakukan oleh Sumber Daya Manusia (SDM) yang mempunyai kewenangan dan kompetensi yang diperlukan, serta di fasilitas pelayanan kesehatan yang memenuhi ketentuan dalam rangka melindungi masyarakat (Permenkes, 2015).

Setiap tahapan penyelenggaraan pelayanan transfusi darah terhadap pasien termasuk *mobilisasi* dan pelestarian donor darah, pengumpulan dan pelabelan darah, pencegahan penyakit, pengolahan darah, penyimpanan dan pemusnahan darah, pendistribusian darah, penyaluran dan penyerahan darah, serta prosedur medis dalam pemberian darah, harus terjamin. Keamanannya (Permenkes, 2015).

Dalam rangka peningkatan mutu, keamanan, dan kemanfaatan pelayanan darah, diperlukan adanya Peraturan Menteri Kesehatan tentang Pelayanan Transfusi Darah (Permenkes, 2015)

2. Pengolahan Darah

Proses pengolahan darah merupakan pemisahan darah lengkap menjadi komponen-komponennya seperti *packed red cell* (PRC), *liquid plasma* (LP), *trombocyte concentrate* (TC), *fresh frozen Pplasma* (FFP) dan *anti hemophilic factor* (AHF) (Modul Pelatihan Pelayanan Darah, 2019). Untuk mencapai hasil akhir yang diinginkan, pada proses tersebut maka faktor kualitas dan keamanan dari prosedur ini harus dapat terjamin (Maharani dan Noviar, 2018). Pemisahan darah atas komponen-komponennya ini merupakan upaya untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi penggunaan darah untuk transfusi sehingga

transfusi darah dapat dilakukan sesuai indikasi medis (Modul Pelatihan Pelayanan Darah, 2019).

Pengolahan darah menjadi komponen memiliki keuntungan sebagai berikut:

- a. Hanya komponen darah yang dibutuhkan yang diberikan kepada pasien.
- b. Menurunkan reaksi transfusi.
- c. Menurunkan volume transfusi.
- d. Penggunaan darah dapat lebih efisien.
- e. Meminimalkan masalah logistik darah.
- f. Memungkinkan penyimpanan komponen darah pada suhu yang terbaik sesuai dengan jenisnya (Maharani dan Noviar, 2018).

Ada dua metode untuk memisahkan darah dari komponen-komponennya, yaitu :

- a. Metode pengolahan sederhana berupa pengendapan (gravitasi)
Sel darah merah dapat dipisahkan dari plasma jika mesin *centrifuge* dengan cara meletakkan kantong darah didalam refrigerator dalam posisi berdiri dan biarkan sel-selnya mengendap secara gravitasi selama beberapa hari. Kelemahan dari metode ini adalah pemisahan tidak sempurna dan komponen darah memiliki keterbatasan waktu penggunaan (Permenkes, 2015).
- b. Metode sentrifugasi
Tahap penting dalam pemisahan komponen sel darah dari plasma adalah sentrifugasi. *Refrigerated centrifuge* adalah alat yang digunakan dalam proses sentrifugasi. Berat jenis setiap sel darah berfungsi sebagai dasar untuk proses pemisahan sentrifugasi. Leukosit dan trombosit berada pada lapisan antara plasma dan sel darah merah, dengan plasma paling ringan di bagian atas dan berat jenis sel darah merah tertinggi di bagian bawah. Untuk mengolah darah utuh (*Whole Blood*) menjadi beberapa produk komponen darah yang aman dari kontaminasi bakteri maka diperlukan kantong darah berganda (Permenkes, 2015; Modul Pelatihan Pelayanan Darah, 2019).

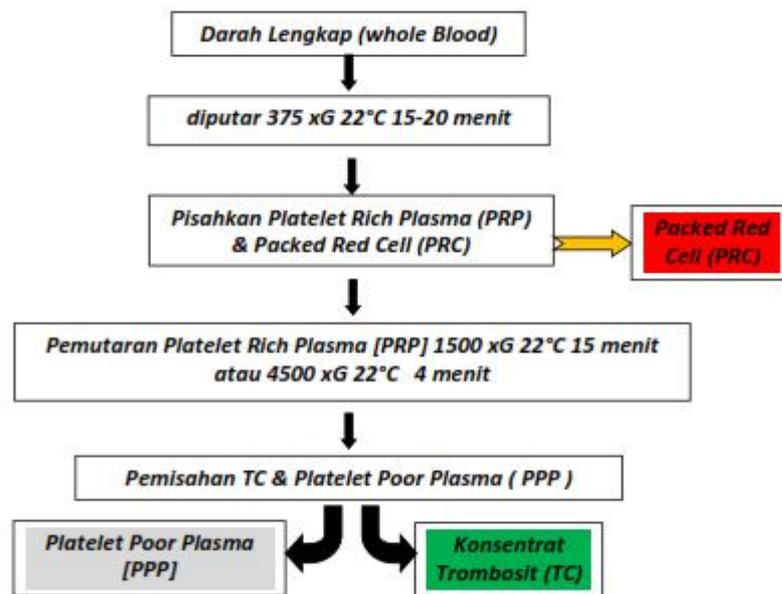
Komponen	Berat Jenis
<i>Whole Blood</i> (WB)	1.055
<i>Packed Red Cells</i> (PRC)	1.090
Plasma	1.030
Trombosit	1.032

Sumber:Modul Pelatihan Pelayanan Darah (2019)
Tabel 2.1 Berat jenis komponen darah

3. Pengolahan Komponen Darah PRC, TC dan LP

Pastikan *whole blood* yang akan dilakukan pengolahan masuk spesifikasi darah yang siap untuk diolah menjadi komponen darah PRC, TC dan LP.

Pada proses pembuatan *thrombocyt concentrate* harus di perhatikan waktu pengambilan pada donor kurang dari 12 menit, satu kali penusukan, aliran darah harus lancar dan waktu pengolahan dapat dilakukan kurang dari 6 jam pada suhu 20-24°C. Volume masing-masing komponen darah dan metode yang digunakan harus sesuai standar, Jika kantong komponen darah saat proses pengolahan mengalami kerusakan atau kegagalan ataupun memiliki waktu dan volume melebihi ketentuan hendaklah diberi label “darah tidak layak proses” dengan dasar warna merah, dicatat dan dipisahkan untuk dibuang ke kantong limbah infeksius. Komponen darah dikarantina sesuai persyaratan suhu penyimpanan hingga diperoleh hasil konfirmasi golongan darah dan uji saring IMLTD (Modul Pelatihan Pelayanan Darah, 2019).



Sumber : Maharani dan Noviar, 2018

Gambar 2.1 Skema pemisahan konsentrate trombosit menggunakan kantong darah triple

4. Komponen Darah *Thrombocyte Concentrate*

Thrombocyte concentrate berasal dari 350 ml *whole Blood*, dan dapat dipisahkan dalam waktu 24 jam setelah pengambilan darah jika dengan suhu simpan 20°C hingga 24°C (Permenkes, 2015), dan dapat dipisahkan dalam kurun waktu 8 jam setelah darah diambil apabila disimpan pada suhu kamar (Nurmalia PS, 2012). Komponen darah diproses secara aseptik dari pendonor yang telah diperiksa dan memenuhi kriteria seleksi (Permenkes, 2015). Komponen darah diperoleh dengan cara sentrifugasi *whole Blood* dilanjutkan dengan tahap pemisahan sel darah merah kaya akan trombosit (*Platelete-rich plasma*) atau dari buffy coat dan plasma, untuk mendapatkan sejumlah trombosit yang memadai maka *Platelete-rich plasma* harus di centrifugasi secara cepat yang kedua dan dilanjutkan dengan memindahkan dan meninggalkan plasma sekitar 50 ml – 70 ml (Permenkes, 2015). Komponen utama dari *thrombocyte concentrate* adalah trombosit dengan volume sekitar 50 ml, temperatur simpan berkisar antara 20±2°C dan lama simpan 3 hari tanpa agitasi dan 5 hari dengan menggunakan alat agitator (Maharani dan Noviar, 2018).

Minimal $5,5 \times 10^{10}$ trombosit harus ada di setiap unit *thrombocyte concentrate*, disimpan pada suhu kamar ($20-24^{\circ}\text{C}$) karena kelangsungan hidup trombosit yang disimpan pada suhu $1-6^{\circ}\text{C}$ setelah transfusi menurun secara signifikan, (Rukman Kiswari, 2014). Trombosit disimpan pada suhu $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, dengan lama penyimpanan 3 hari dengan proses agitasi dan 5 hari dalam keadaan tanpa proses agitasi, (Maharani dan Noviar, 2018). Pada akhir penyimpanan pH *thrombocyte concentrate* harus 6,0. *Thrombocyt concentrate* berisi 30-50 mL plasma, (Rukman Kiswari, 2014).

Thrombocyt concentrate yang di buat secara apheresis (trombosit, apheresis, atau platelet donor tunggal) disimpan dan ditangani dengan cara yang sama seperti *thrombocyte concentrate* yang di buat dari *Whole Blood*. Setiap unit trombosit apheresis harus berisi minimal $3,0 \times 10^{11}$ trombosit. Satu unit apheresis trombosit akan cukup memberikan dosis terapi untuk pasien dewasa, (Rukman Kiswari, 2014). Pada prosedur *hemaferesis* memungkinkan kita memproses sejumlah besar darah dari satu donor darah karena sel darah merah dan elemen lain segera di kembalikan ke donor.



Gambar 2.2 Thrombocyt Concentrate

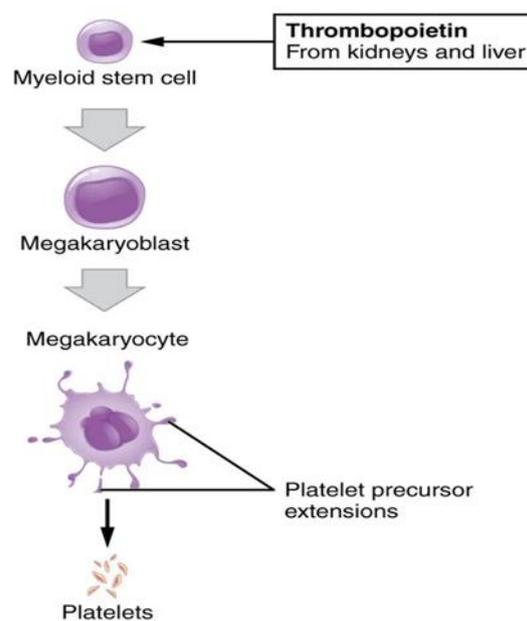
Sumber : UTDRS dr.H.Abdul Moeloek, 2023

5. Trombosit dan Mekanisme Hemostasis

a. Pengertian Trombosit

Trombosit memiliki peranan yang sangat penting bagi proses hemostasis. Trombosit berukuran $1-4 \mu\text{m}$, memiliki sitoplasma biru dengan butiran ungu kemerahan, dan tidak memiliki inti sel.

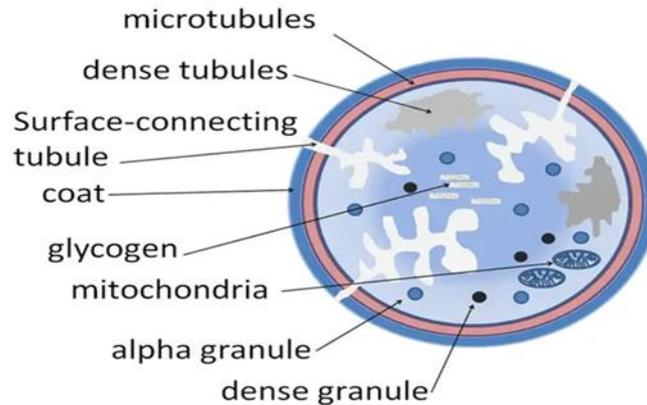
Megakariosit merupakan sumber trombosit yang berasal dari potongan sitoplasmanya. Trombosit merupakan turunan dari megakariosit yaitu berasal dari pecahan sitoplasma megakariosit, (Maharani dan Noviar, 2018). Setiap megakariosit menghasilkan 1000-5000 trombosit. Trombosit dilepaskan melalui endotel *niche vaskuler* sumsum tulang, tempat megakariosit berada, interval waktu dari diferensiasi *stem cell* hingga produksi trombosit sekitar 10 hari (A.Victor Hoffbrand, 2014). Jumlah trombosit dalam darah adalah sekitar 150.000 - 400.000 sel/ml, dan umur trombosit dalam aliran darah adalah 7 hingga 10 hari. Hati dan ginjal menghasilkan hormon trombopoietin, yang mempengaruhi proses pembuatan trombosit, (Gilang Nugraha, 2021).



Gambar 2.3 Pembentukan trombosit

Sumber : Nugraha, 2021

b. Struktur Trombosit



Gambar 2.4 Struktur trombosit

Sumber : Nugraha, 2021

Trombosit, dipisahkan menjadi beberapa zona, yang masing-masing memiliki unsur dan tujuan berbeda:

- 1) Zona Periferal: Zona terluar trombosit ini banyak mengandung glikoprotein yang berfungsi dalam adhesi, aktivasi, dan agregasi trombosit. Contoh glikoprotein ini termasuk GPIb/IX/V, GPVI, dan GPIIb/IIIa yang dapat berinteraksi dengan sel dan molekul lain yang terlibat dalam hemostasis.
- 2) Zona Sol-gel: Zona sol-gel terletak di bawah zona perifer dan terdiri dari mikrotubulus dan mikrofilamen. Elemen struktural ini berfungsi agar trombosit dapat mempertahankan bentuk diskoidnya yang khas dan membuat sel trombosit lebih stabil.
- 3) Zona Organel: Zona organel mengandung granula trombosit, yang merupakan komponen kecil yang terikat membran di dalam sitoplasma, Ada tiga jenis granula utama dalam trombosit:

a) Granula alfa

Pada trombosit, butiran ini adalah yang terbesar dan paling umum. karena mengandung berbagai mediator pembekuan, seperti agen kemotaktik, fibrinogen, fibronektin, faktor V, faktor VIII, faktor von Willbrad (VWF), dan PDGF. Proses pembentukan pembekuan darah dan penyembuhan luka

adalah proses yang memerlukan butiran alfa, (Gilang Nugraha, 2021).

b) Granula Delta

Butiran ini lebih padat dan lebih kecil dari butiran alfa. Banyak mengandung bahan yang dapat mengaktifkan trombosit yaitu molekul katekolamin, serotonin, kalsium, adenosine difosfat (ADP) dan adenosin trifosfat (ATP). Bahan ini dilepaskan, dan membantu trombosit menjadi aktif dan membentuk bekuan darah yang stabil, (A. Victor Hoffbrand, 2014).

c) Lisosom

Banyak mengandung enzim hidrolitik, (A. Victor Hoffbrand, 2014).

4) Zona Membran

Zona membran merupakan zona terdalam trombosit. Zona ini memiliki membran yang terbuat dari retikulum endoplasma halus dari megakariosit, yang merupakan sel prekursor trombosit. Membran ini bergabung dengan permukaan membran trombosit untuk menghasilkan sistem tubular yang padat. Sistem tubular berfungsi sebagai aktivator trombosit.

c. Fungsi Trombosit

Fungsi utama trombosit adalah membentuk sumbat mekanis selama respon *hemostatic* terhadap cedera pembuluh darah (Gilang Nugraha, 2021). Darah dapat keluar secara spontan dari arteri kecil tanpa adanya trombosit. Trombosit akan mengalami proses pelekatan (adhesi), penggumpalan (agregasi), pelepasan dan amplifikasi, (A. Victor Hoffbrand, 2014). Ciri-ciri trombosit antara lain adhesi yang mengacu pada kemampuan partikel untuk menempel pada permukaan asing, agregasi yang menggambarkan kemampuan partikel untuk melekat satu sama lain, aglutinasi yang menggambarkan kemampuan partikel untuk mudah menggumpal dan disentrifugasi yang

menggambarkan kemampuan partikel untuk mudah pecah atau mati. Adhesi dan agregasi trombosit akan menyebabkan perubahan bentuk, struktural dan fungsional yang akan disertai dengan reaksi biokimia selama aktivasi trombosit dan pelepasan molekul yang terlibat dalam hemostasis (Gilang Nugraha, 2017).

d. Hemostasis

Hemostasis adalah suatu proses penghentian perdarahan secara spontan dan perbaikan jaringan sebagai respon terhadap pembuluh darah yang rusak (Gilang Nugraha, 2021). Tahapan pada proses hemostasis yaitu :

1. Vasokonstriksi

Pembuluh darah yang cedera dengan cepat akan mengalami vasokonstriksi, mengakibatkan aliran darah ke daerah cedera berkurang dengan tujuan mencegah pengeluaran darah yang berlebih dan mengaktifkan kontak trombosit serta pengaktifan faktor-faktor pembekuan (Gilang Nugraha, 2021). Epinefrin dan serotonin sangat mendukung vasokonstriksi (Rukman Kiswari, 2014).

2. Hemostasis Primer

Dimulai dengan trombosit di sekitar pembuluh darah yang terluka, proses ini melibatkan trombosit yang menempel pada jaringan ikat subendotel, khususnya serat kolagen, elastin, dan fibrinogen di subendotel melalui pseudopodia pada permukaannya. Isi granula akan dilepaskan oleh trombosit, yang kemudian akan dilanjutkan dengan sintesis protein untuk menghasilkan prostaglandin, yang selanjutnya menghasilkan tromboksan A₂ (TXA₂). Ketika trombosit melepaskan ADP, adhesi meningkat dan trombosit diaktifkan untuk berkumpul dan membentuk sumbat trombosit yang cukup besar untuk menutup luka (A. Victor Hoffbrand, 2014).

3. Hemostasis Sekunder

Hemostasis sekunder melibatkan jalur intrinsik dan ekstrinsik untuk menghasilkan fibrin dalam bentuk bekuan darah. Jalur umum dan terakhir dalam koagulasi adalah tempat bertemunya kedua jalur ini. Proses pembekuan dimulai baik dari jalur intisnsik maupun jalur ekstrinsik (Gilang Nugraha, 2021).

NOMOR FAKTOR	NAMA DESKRIPTIF	BENTUK AKTIF
I	Fibrinogen	Subunit fibrin
II	Protrombin	Serin protease
III	Faktor jaringan (<i>tissue factor</i>)	Reseptor/kofaktor*
V	Faktor labil	Kofaktor
VII	Prokonvertin	Serin protease
VIII	Faktor antihemolitik	Kofaktor
IX	Faktor Christmas	Serin protease
X	Faktor stuart-power	Serin protease
XI	<i>Plasma thromboplastin antecedent</i>	Serin protease
XII	Faktor hagemen (kontak)	Serin protease
XIII	<i>Fibrin stabilizing factor</i> Prakalikein (faktor fletcher) HMWK (faktor fitzgerald)	Transglutaminase Serin protease Kofaktor*

HMWK : *high molecular weight kininogen* (kininogen berberat molekul tinggi)

*Aktif tanpa modifikasi proteolitik

Tabel 2.2 Faktor koagulasi

Sumber : Kapita selecta Hematologi, A. Victor Hoffbrand, 2018.

a) Jalur intrinsik

Diawali aktifnya faktor X menjadi Xa, dengan melibatkan aktivasi faktor prakalikein, HMWK, faktor XII dan faktor XI dimana faktor-faktor tersebut akan berinteraksi dan mengaktifkan faktor IX menjadi IXa. Faktor IXa bereaksi dengan faktor VIII, *platelet factor 3* dan kalsium akan mengaktifkan faktor X menjadi Xa dalam jumlah yang memadai.

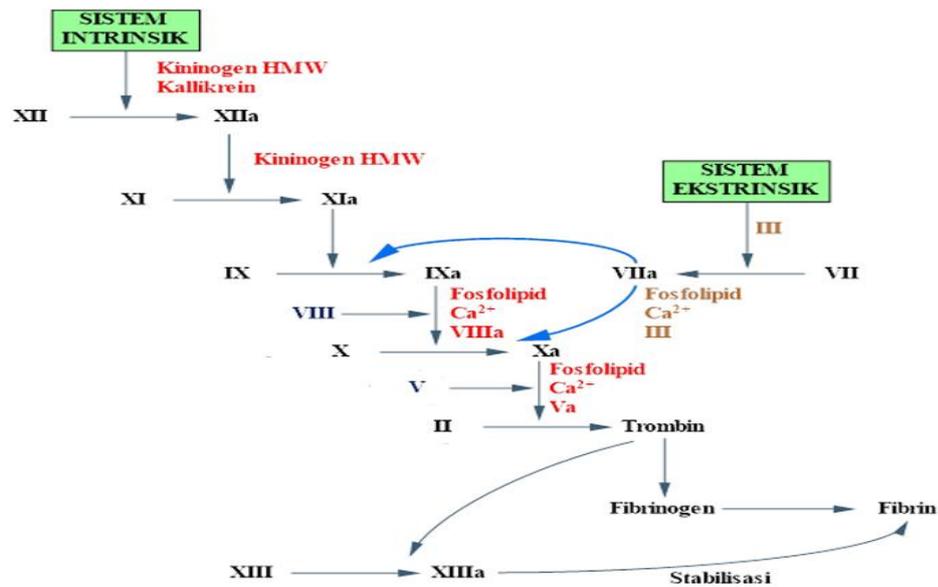
b) Jalur ekstrinsik

Diawali dengan pengaktifan faktor jaringan (TF) oleh enzim protein disulfide isomerase akibat adanya cedera vaskuler. TF akan berinteraksi dengan faktor VIIa yang akan mengaktifkan faktor X menjadi Xa. Setelah pengaktifan faktor X menjadi Xa dari jalur intrinsik dan ekstrinsik maka kedua jalur itu akan masuk kedalam jalur bersama.

c) Jalur bersama

Diawali dengan Xa yang terbentuk akan berikatan dengan faktor V, fosfolipid, dan kalsium membentuk kompleks protombinase yang akan merubah protombin menjadi trombin. Trombin yang terbentuk akan menghidrolisis fibrinogen menjadi monomer fibrin, kemudian monomer-monomer fibrin akan saling berikatan membentuk polimer fibrin yang tidak larut dan renggang. Trombin juga memiliki peran dalam mengaktifkan faktor XIII dengan adanya kalsium. Faktor XIII yang telah aktif menstabilkan polimer fibrin sehingga terbentuk ikatan silang kovalen yang lebih kuat.

Selama proses hemostasis, sel otot polos vaskuler mengalami pembelahan karena adanya PDGF sebagai faktor pertumbuhan yang dilepaskan oleh granula trombosit sebagai respon penyembuhan terhadap pembuluh darah yang mengalami cedera.



Gambar 2.5 Mekanisme hemostasis jalur intrinsik dan ekstrinsik
 Sumber : Hoffbrand, 2014

4. Hemostasis tersier (*Fibrinolisis*)

Benang fibrin yang terbentuk merupakan struktur sementara yang berfungsi menggantikan sel endotel yang mengalami cedera sampai terjadi perbaikan. Setelah terjadi penyembuhan benang fibrin akan dilisiskan untuk menghilangkan timbunan benang fibrin melalui mekanisme *fibrinolisis*. Proses tersebut dilakukan oleh plasmin yang dapat menghidrolisis fibrin dan fibrinogen menjadi fragmen-fragmen lebih kecil, proses ini berfungsi melarutkan bekuan darah pada lokasi cedera saat terjadinya perbaikan jaringan, bekuan yang larut akan difagosit oleh system fagositik mononuclear.

Enzim kinase merupakan aktivator plasminogen. Plasmin berasal dari plasminogen yang telah diaktivasi oleh dinding pembuluh darah (jalur intrinsik) atau oleh jaringan (jalur ekstrinsik). Benang fibrin dipecah menjadi fragmen X, Y, D, dan E oleh plasmin yang diproduksi. Dengan menghambat fibrin polimerase dan agregasi trombosit, fragmen ini dapat menghambat sistem hemostasis. Proses pembentukan plasmin serta terjadinya proses

pemecahan bekuan dan penghambatan hemostasis karena aktivitas plasmin merupakan hemostasis tersier.

6. *Platelet Agitator*

Platelet Agitator adalah alat yang di gunakan untuk menyimpan *thrombocyte concentrate* dalam sebuah gerakan yang kontinyu dan pada *temperature* yang spesifik. Bagian dari *platelet agitator* terdiri dari *flatbed agitator* dan *incubator* yang suhunya terkontrol. *Flatbed agitator* ditempatkan dalam *incubator* yang suhunya terkontrol pada angka $22^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$, baja tahan karat dengan eksterior dan interior tahan korosi yang dapat dipindahkan untuk dibersihkan. Rak terbuat dari bahan yang tahan terhadap korosi dan tidak dapat dikeluarkan, serta pintu kaca memungkinkan dapat melihat isinya tanpa membukanya. *Design* memungkinkan penyimpanan dan pengeluaran kantong trombosit dengan mudah (Permenkes, 2015).

Kinerja gerakan pada *platelet agitator* yaitu agitasi pada 3,6 sampai 4,0 cm kearah samping dengan 65-75 gerakan permenit. Gerakan agitasi secara lembut dapat menjaga *viabilitas* dari trombosit, (Permenkes, 2015).



Gambar 2.6 Platelet Agitator.
Sumber: Maharani dan Noviar, 2018

7. Pengawasan Mutu Komponen Darah *Thrombocyt Concentrate*

Pengembangan sistem jaminan kualitas yang dapat diandalkan sangat penting dalam pengumpulan, pemrosesan, dan rantai distribusi darah di pusat flammapheresis dan unit transfusi darah (UTD). Standar

mutu dan keamanan komponen darah yang tinggi harus dijamin oleh setiap Unit Transfusi Darah (UTD), standar-standar ini hanya dapat dipenuhi dengan mematuhi pedoman cara pembuatan obat yang baik (CPOB) selama proses pengumpulan, penyiapan, penyimpanan, pengiriman, pengendalian mutu, dan penjaminan mutu (CPOB, 2017). Sebelum penerapan, semua prosedur penting yang terlibat dalam produksi darah dan komponen darah harus divalidasi sesuai dengan protokol validasi. Prosedur penting meliputi seleksi donor, penilaian kesesuaian, pemrosesan komponen, pengujian penyakit menular, pengelompokan darah ABO, skrining antibodi (misalnya untuk sel darah pekat), pelabelan, penyimpanan, dan distribusi (CPOB, 2017).

Komponen darah yang memenuhi spesifikasi adalah komponen darah yang telah melewati proses pengawasan yang ketat berdasarkan SPO yang benar. Namun, pengendalian kualitas (QC) sering kali dilakukan pada komponen akhir darah, dan masalah sering kali ditemukan setelah masalah tersebut terjadi. Diperlukan pengawasan proses yang lebih komprehensif agar seluruh tahapan produksi dapat diawasi agar memenuhi standar yang telah ditetapkan. Hal ini akan membantu mendeteksi masalah bahkan sebelum masalah tersebut berkembang dan meningkatkan kemungkinan bahwa kualitas komponen darah akhir akan memenuhi spesifikasi, (Permenkes, 2015).

Persyaratan minimal setiap komponen darah disebut spesifikasi komponen darah, dan cara pengolahannya harus mampu menghasilkan komponen darah yang memenuhi spesifikasi. Validasi proses dan pengambilan sampel rutin produk komponen darah diperlukan untuk pemeriksaan kendali mutu.

Tabel 2.3 Spesifikasi dan Pengawasan Mutu Komponen Darah *Thrombocyt Concentrate*

Nama Komponen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trombosit tunggal yang dibuat dari <i>Whole Blood</i>. 2. Trombosit pooling yang dibuat dari <i>Whole Blood</i>. 3. Trombosit tunggal atau pooling yang dibuat dari <i>Whole Blood, Leukodepleted (LD)</i>
Deskripsi dan Kandungan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Didapat dari WB yang ditampung ke dalam sistem kantong darah steril dengan kantong transfer yang terintegrasi, kandungan trombosit tersuspensi didalam plasma. 2. Bisa tunggal atau <i>pooling</i> dari 4-6 kantong dengan golongan darah yang sama sesuai dosis standar untuk dewasa. 3. Trombosit bisa <i>leukodepleted</i>.
Persiapan	<p>Trombosit tunggal – dari <i>platelet rich plasma (PRP)</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. WB disimpan hingga 24 jam pada suhu 20°C hingga 24°C, disentrifugasi untuk mendapatkan sejumlah trombosit yang memadai didalam plasma (PRP) 2. Trombosit disedimentasi melalui sentrifugasi cepat. 3. Plasma dipindahkan dan ditinggalkan sekitar 50 hingga 70 mL. 4. Trombosit didiamkan selama 1 jam, kemudian dimasukkan kedalam agitator dan inkubator sehingga tersuspensi kembali <p>Trombosit tunggal – dari <i>buffy coat (BC)</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. WB disimpan hingga 24 jam pada suhu 20°C hingga 24°C, disentrifugasi untuk mengendapkan trombosit kedalam lapisan <i>buffy coat (BC)</i> 2. <i>Buffy coat</i> selanjutnya disentrifugasi untuk mengendapkan sel darah merah dan leukosit. 3. Trombosit dipindahkan bersama dengan plasma.
Persiapan	<p>Trombosit pooling:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 4 hingga 6 kantong trombosit yang dibuat dari PRP dipooling dengan menggunakan <i>sterile connecting device</i> atau 2. 4 hingga 6 kantong <i>buffy coat</i> dipooling dengan menggunakan <i>sterile connecting device</i> dan disentrifugasi untuk mengendapkan sisa sel darah merah dan leukosit, supernatan trombosit dipindahkan ke dalam kantong trombosit baru menggunakan tehnik steril. <p>Trombosit <i>Leukodepleted</i>:</p> <p>Trombosit tunggal atau <i>pooling</i> yang dibuat baik dari metoda PRP atau BCR segera difiltrasi kedalam kantong trombosit baru menggunakan proses steril.</p>

Tabel 2.4 Pengawasan Mutu/*Quality Control*

Parameter yang harus diperiksa	Dilakukan pada	Spesifikasi	Sampling	% QC yang dapat diterima
ABO, Rhesus	Kantong primer	Penentuan golongan darah terkonfirmasi	Semua kantong	100%
Anti-HIV 1 dan 2	Kantong primer	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
Anti-HCV	Kantong primer	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
HbsAg	Kantong primer	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
Sifilis	Kantong primer	Negatif dengan pemeriksaan yang disetujui	Semua kantong	100%
Volume	Semua kantong	>40 ml per kantong tunggal ekuivalen dengan (60×10^9 trombosit)	Semua kantong	75%

Tabel 2.5 Pengawasan Mutu/*Quality Control*

Parameter yang harus diperiksa	Dilakukan pada	Spesifikasi	Sampling	% QC yang dapat diterima
Jumlah trombosit per unit final	Trombosit tunggal	$>60 \times 10^9$	1% dari total kantong minimal 10 per bulan	75 %
	Trombosit tunggal - LD	$>60 \times 10^9$		
	Pool Trombosit	Minimal 2×10^{11}		
	Pool Trombosit - LD	Minimal 2×10^{11}		
Jumlah leukosit per unit final	Trombosit tunggal, dari PRP	$<0.2 \times 10^9$	1% dari total kantong minimal 10 per bulan	90 %
	Trombosit tunggal, dari BC	$<0.05 \times 10^9$		
	Pool Trombosit	$<1 \times 10^9$		
	Trombosit tunggal - LD	$<0.2 \times 10^6$		
	Pool Trombosit - LD	$<1 \times 10^6$		
pH pada akhir masa penyimpanan, pada suhu $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$	Semua kantong	$>6,4$	1% dari total kantong minimal 4 per bulan	75 %

Kontaminasi Bakteri	Semua kantong (pengujian surrogate diperbolehkan)	Tidak ada pertumbuhan	1% dari total kantong	Merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri
Fenomena Swirl	Semua kantong	Ada	Semua kantong sebelum dikeluarkan dan dikirim	100 %

Sumber : Permenkes 2015

8. Hitung Jumlah Trombosit

Pemeriksaan jumlah trombosit dilakukan dengan menggunakan mesin penghitung sel otomatis atau *Hematology Analyzer BC-3600*. Saat ini metode ini telah banyak digunakan di laboratorium untuk menggantikan cara manual. Metode ini dapat menghemat tenaga, membutuhkan sampel yang lebih sedikit, mempersingkat waktu pemeriksaan, dan mempunyai akurasi yang lebih tinggi di banding pemeriksaan manual. Namun metode ini juga masih terdapat kelemahan apabila ada trombosit yang bergerombol, trombosit besar (*giant*), pecahan eritrosit, dan pecahan leukosit serta adanya kotoran yang dapat terbaca sebagai trombosit, (Rukman Kiswari, 2014).

9. *Hematology Analyzer Mindray BC-3600*

Alat *Hematology Analyzer* bekerja dengan dua metode pengukuran yaitu :

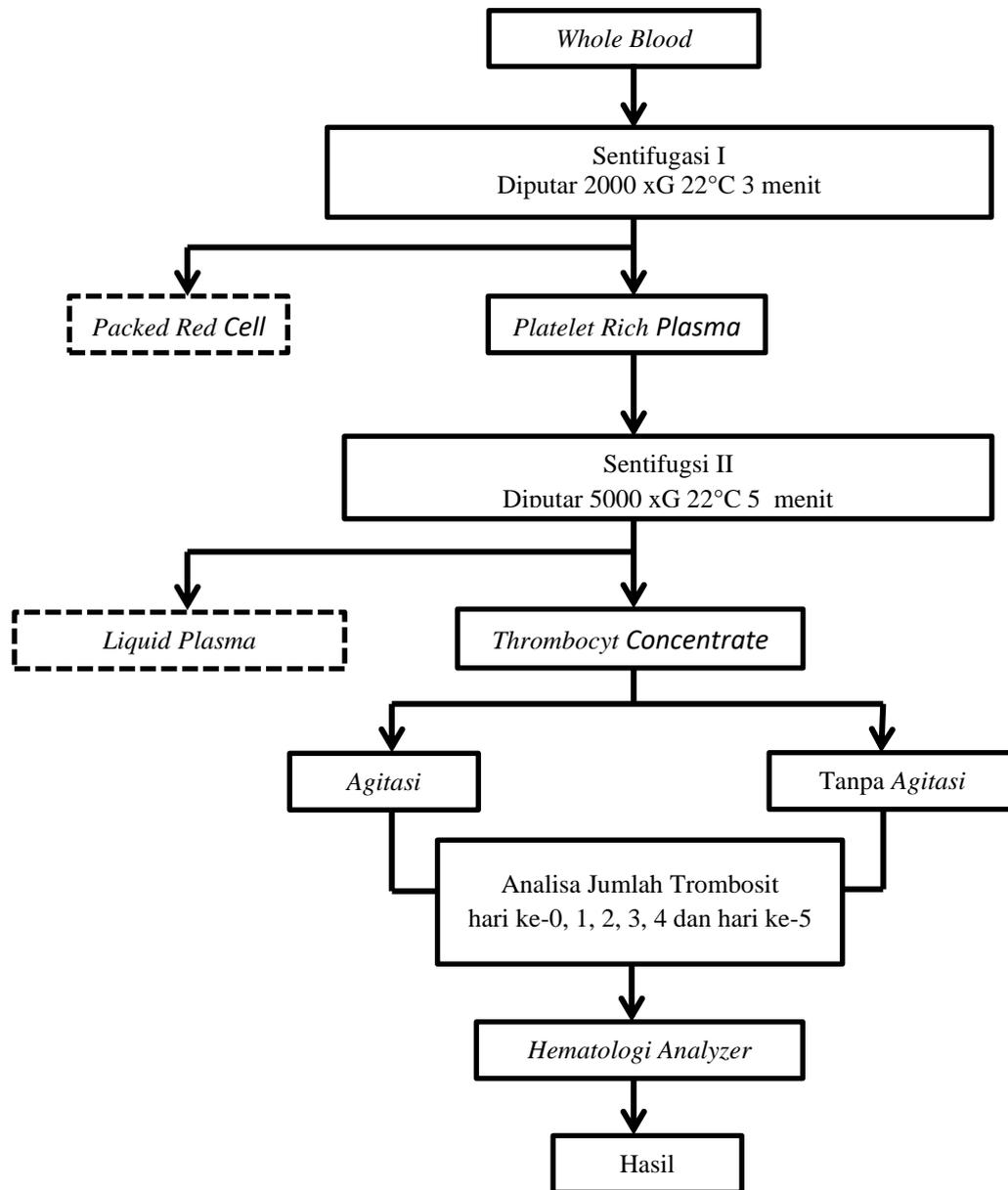
- Metode impedansi, digunakan untuk menentukan nilai WBC, RBC, dan Jumlah trombosit.
- Metode kolorimetri, digunakan untuk menentukan nilai HGB, (*Auto Hematology Analyzer BC-3600*, 2015).

Pemeriksaan jumlah trombosit dengan alat *Hematology Analyzer* menggunakan prinsip flowsitometri, prinsip tersebut memungkinkan sel-sel masuk *flow chamber* untuk dicampur dengan diluen, kemudian di alirkan melalui aperture yang berukuran kecil yang memungkinkan sel lewat satu persatu. Aliran yang keluar dilewatkan medan listrik untuk

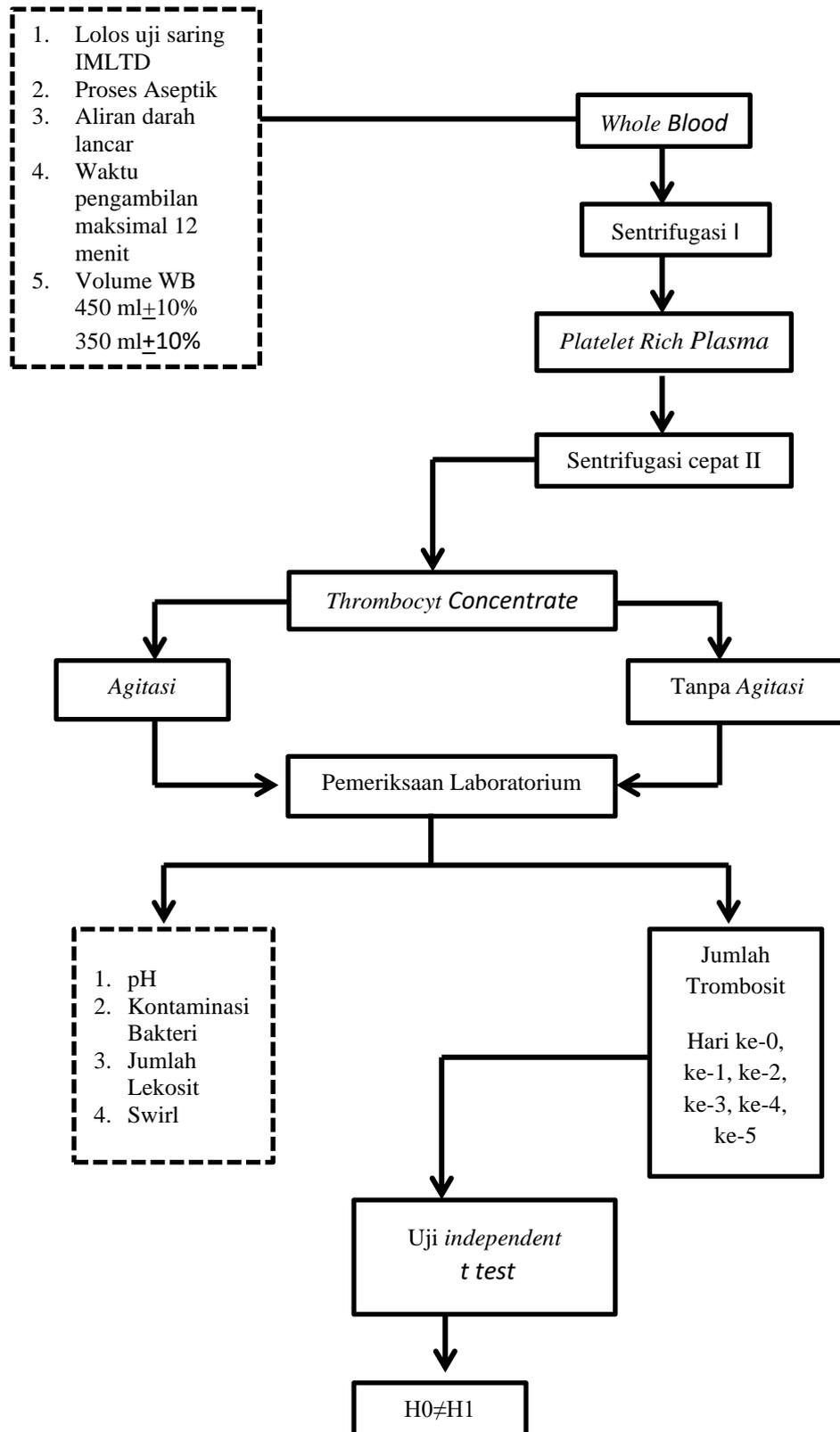
kemudian sel dipisah-pisahkan sesuai muatannya. Teknik dasar pengukuran sel dalam flowsitometri adalah impedansi listrik (*electrical impedance*) dan pendar cahaya (*light scattering*). Teknik impedansi berdasarkan pengukuran besarnya resistensi elektronik antara dua *electrode*. Teknik pendar cahaya akan menghamburkan, memantulkan, atau membiaskan cahaya yang berfokus pada sel. Oleh karena setiap sel memiliki granula dan indeks bias yang berbeda, maka akan menghasilkan pendar cahaya berbeda yang dapat teridentifikasi, (Rukman Kiswari, 2014). Jika sudah, Maka semua data dari sampel darah tersebut akan diolah pada mikroprosesor dan data akan ditampilkan dalam layar monitor.



Gambar 2.7 Alat Hematology Analyzer
Sumber : UTDRS dr. H. Abdul Moeloek, 2023

B. Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

H_0 : Tidak ada perbedaan jumlah trombosit yang di simpan pada platelet agitator dengan jumlah trombosit tanpa proses agitasi.

H_a : Ada perbedaan jumlah trombosit yang di simpan pada platelet agitator dengan jumlah trombosit tanpa proses agitasi