

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Darah

Darah merupakan jaringan cair yang terdiri dari bahan intraseluler yang disebut plasma yang didalamnya terdapat unsur-unsur padat, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan trombosit darah. Secara keseluruhan volume darah kira-kira $\frac{1}{12}$ dari berat badan. Sekitar 55% adalah cairan, sedangkan 45% terdiri atas sel darah (Pearce, 2019).

a. Fungsi Darah

Menurut Pearce (2019), fungsi darah adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai sistem transportasi bahan kimia, oksigen dan zat makanan yang diperlukan oleh jaringan untuk menjalankan fungsi normalnya, dan membuang karbon dioksida dan zat-zat lain yang perlu dibuang.
- 2) Sel darah merah sebagai penghantar oksigen ke jaringan dan menyingkirkan sebagian karbon dioksida.
- 3) Sel darah putih menyediakan bahan pelindung dan gerakan fagositosis untuk melindungi tubuh dari serangan bakteri.
- 4) Plasma dalam darah membagi protein yang diperlukan untuk pembentukan jaringan.
- 5) Hormon dan enzim diantarkan dari organ ke organ lainnya melalui darah.

b. Golongan Darah

Sistem golongan darah ABO ditentukan oleh ada atau tidaknya antigen (Ag) A dan antigen B yang terekspresikan pada sel darah merah serta ada tidaknya antibodi (Ab) A dan B dalam serum atau plasma (Sari *et al.*, 2020). *The International Society Of Blood Transfusion* (ISBT) telah memperkenalkan lebih dari 350 antigen pada permukaan eritrosit. Sistem golongan ABO dan golongan darah rhesus adalah sistem kelompok yang paling signifikan secara klinis setiap individu memiliki variasi antigen permukaan eritrosit yang berbeda-beda karena tingkat polimorfisme eritrosit yang tinggi (Merizka and Suzane, 2019).

Sistem golongan darah ABO terdiri atas 4 macam, yaitu golongan darah A, B, O, dan AB.

Tabel 2.1. Golongan Darah

Jenis Golongan Darah	Jenis Ag	Jenis Ab	Genotipe
A	A	Anti-B	AA / AO
B	B	Anti-A	BB / BO
AB	A dan B	Tidak Ada	AB
O	Tidak ada	Anti-A dan Anti-B	OO

Sumber : Buku Ajar Imunohematologi dan Bank Darah

Penggolongan darah sistem ABO memiliki beberapa golongan darah yang terbagi lagi menjadi subgroup. Golongan darah A memiliki subgroup : A_1 , A_2 , A_3 , A_x , A_{end} , A_m , A_{el} . Populasi golongan darah dengan subgroup A_1 dan A_2 , keduanya mempunyai Ag A, hanya saja individu dengan golongan darah A_1 , mempunyai jenis Ag A_1 yang tidak dipunya oleh individu dengan A_2 . Seperti sub grup A, sub grup B juga mempunyai jumlah Ag yang lebih sedikit, sehingga sulit dideteksi. Pada sub grup B yaitu : B, B_3 , B_x , B_m , B_{el} . Golongan darah AB diklasifikasikan menjadi 9 sub tipe berdasarkan jumlah Ag A atau B. Sub tipenya adalah : A_xB , A_1B_x , A_mB , A_1B_m , $A_{el}B$, A_1B_{el} , $cisA_2B_3$, $cisA_2B$, $cisA_1B$. Identifikasi sub grup AB menjadi penting, karena kadangkala dapat ditemui individu yang salah interpretasi golongan darah O, sehingga dapat berakibat fatal jika individu tersebut ditransfusi dengan darah golongan O. Selain itu, pada golongan darah sub grup A_2 dan A_2B dapat terbentuk anti A_1 , sehingga dapat mengakibatkan ketidaksesuaian hasil pemeriksaan golongan darah antara forward grouping dan reverse grouping. Indikasi golongan darah sub grup penting untuk kebutuhan transfusi. Sebagai contoh, Pada individu dengan sub grup A_2 atau A_2B , maka dia akan membentuk anti- A_1 yang akan beraglutinasi dengan sel A_1 , sehingga tidak bisa dilakukan transfusi dengan sembarang golongan darah A (Maharani and Noviar, 2018).

2. Transfusi Darah

a. Definisi Transfusi Darah

Transfusi darah adalah kegiatan medis memberikan darah kepada pasien yang darahnya telah disediakan dalam bentuk kantong darah. Tindakan ini dilakukan

dengan tujuan untuk keperluan pengobatan dan pemulihan kesehatan (Pribadi, Indrayanti and Yanti, 2018).

Transfusi darah menjadi komponen penting dalam pengelolaan pasien dengan luka pada kasus kecelakaan, kondisi bedah, keganasan, komplikasi kehamilan, dan kondisi medis yang lainnya (Harsiwi and Arini, 2018). Darah yang digunakan dalam transfusi merupakan darah manusia atau komponen-komponennya yang diambil dan diolah secara khusus sehingga dinyatakan aman untuk ditransfusikan (Sirait, 2019).

b. Tujuan Transfusi Darah

Tujuan pemberian transfusi darah adalah sebagai berikut:

- a. Memelihara dan mempertahankan kesehatan.
- b. Memelihara keadaan biologi darah serta komponen-komponennya agar tetap bermanfaat.
- c. Mengembalikan dan mempertahankan volume normal peredaran darah.
- d. Mengganti kekurangan komponen seluler atau kimia darah.
- e. Meningkatkan oksigenasi jaringan.
- f. Memperbaiki fungsi hemostasis.
- g. Tindakan terapi khusus (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

c. Alur Pengamanan Transfusi Darah

Pengamanan terhadap pelayanan transfusi darah harus dilaksanakan pada tiap tahap kegiatan mulai dari pengerahan dan pelestarian pendonor darah, pengambilan dan pelabelan darah pendonor, pencegahan penularan penyakit, pengolahan darah, penyimpanan darah dan pemusnahan darah, pendistribusian darah, penyaluran dan penyerahan darah, serta tindakan medis pemberian darah kepada pasien (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

Transfusi harus diberikan atas indikasi yang kuat dengan persiapan baik. Salah satu persiapan yang harus dilakukan sebelum transfusi darah adalah uji kompatibilitas, diantaranya terdiri dari pemeriksaan golongan darah (ABO dan rhesus), skrining antibodi, serta *crossmatching*. Kepatuhan terhadap prosedur pre-transfusi dan unit donor akan memastikan transfusi aman (Purwati, Rofinda and Husni, 2020).

Uji transfusi identik dengan *crossmatching* (*direct compatibility test*), meskipun dalam aplikasinya pada uji pra transfusi ini terdapat pemeriksaan awal

serta ada pemeriksaan lanjutan yang harus dilakukan apabila hasil *crossmatching* tidak sesuai. *Crossmatching incompatible* merupakan hasil ketidakcocokan pencampuran antara sel darah donor/resipien dengan serum resipien/donor salah satu atau lebih dari satu atau semuanya positif, sehingga darah donor dinyatakan *incompatible* dengan pasien (Ruwiyanti, 2020).

Kantong darah yang aman untuk ditransfusikan adalah kantong darah yang lolos dari prosedur pre-transfusi, salah satunya adalah dinyatakan *compatible* dalam pemeriksaan uji silang serasi. Jika ditemukan *incompatible* pada salah satu (mayor atau minor) atau lebih dari satu (mayor-minor) dilakukan pemeriksaan lanjutan *Direct Coombs Test* (DCT) karena hal ini dapat menandakan adanya antibodi ireguler pada plasma/serum donor (Akbar, Ritchie and Sari, 2019). Sedangkan jika hasil positif pada autokontrol (sel darah resipien dengan plasma resipien) harus dilanjutkan dengan *Direct Antiglobulin Test* (Purwati, Rofinda and Husni, 2020).

d. Komponen Darah Pada Transfusi

1) Darah lengkap (*Whole Blood*)

Darah lengkap (*whole Blood*) adalah cairan yang mengandung berbagai macam sel darah yang bergabung dengan cairan kekuningan yang disebut plasma. Sel darah ini terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan trombosit (Maharani and Noviar, 2018).

Whole blood diberikan pada pasien yang mengalami perdarahan akut dan masif dengan kehilangan darah lebih dari 25-30% volume darah total. Kontraindikasi *Whole Blood* yaitu pada pasien anemia kronis normovolemik atau pada pasien yang hanya membutuhkan sel darah merah saja (Arviananta, Syuhada and Aditya, 2020).

2) Sel Darah Merah Pekat (*Packed Red Cells*)

Packed Red Blood Cell (PRC) adalah komponen darah yang didapat setelah sebagian besar plasma dipisahkan dari *whole blood* (WB) dengan berbagai metode dan memiliki nilai hematokrit sebesar 80%. *Packed Red Blood Cell* masih mengandung leukosit, trombosit dan sedikit plasma. (Asryani, Yaswir and Rofinda, 2018). Kondisi yang mungkin memerlukan transfusi eritrosit yaitu anemia akut atau kronik, trauma, pembedahan,

karsinoma, limfoma, leukemia, thalassemia, anemia sel sabit, penyakit ginjal dan *Hemolytic Disease of the Fetus and Newborn* (HDFN) (Aliviameita and Puspitasari, 2020).

3) Darah Merah Pekat Miskin Leukosit (*Leukodepleted PRC*)

Komponen utama *Leukodepleted PRC* adalah eritrosit dengan jumlah leukosit yang telah dikurangi menurut standar PMK 91 tahun 2015 menjadi kurang dari 1×10^6 per unit. Beberapa indikasi penggunaan produk darah *leukodepleted PRC* adalah untuk mencegah reaksi demam non hemolitik *Febrile nonhemolitik transfusion reaction* (FNHHTR), aloimunisasi HLA dan pencegahan penularan infeksi *Cytomegalovirus* (CMV) (Maharani and Noviar, 2018).

4) Trombosit Konsentrat (*Thrombocyte Concentrate*)

Transfusi *Thrombocyte Concentrate* (TC) merupakan salah satu bentuk penggunaan komponen darah sebagai tindakan suportif pada pasien dengan trombositopenia. Tindakan ini bertujuan untuk menaikkan jumlah trombosit dengan kualitas yang baik di dalam tubuh (Nindhita and Widyaningrum, 2019). Komponen konsentrat trombosit dibuat dari kantong donor dengan volume awal 450 ml yang mengandung antikoagulan *Citrate Phosphate Dextrose* (CPDA1) menggunakan kantong triple. (Astuti and Maharani, 2020).

5) Plasma Segar Beku (*Fresh Frozen Plasma*)

Pemberian transfusi *Fresh Frozen Plasma* untuk menggantikan beberapa faktor koagulasi pada pasien dengan indikasi risiko pendarahan akibat overdosis warfarin, gagal hati, *Disseminated Intravascular Coagulation* (DIC) akut atau dalam keadaan transfusi masif, menggantikan faktor IX (Hemofilia B) dan faktor inhibitor koagulasi. Faktor koagulasi akan meningkat 20% setelah dilakukan transfusi (Fajriyani *et al.*, 2019).

6) Kriopresipitat (*Cryoprecipitate*)

Faktor *Anti Hemophilic Cryoprecipitated* adalah produk yang dibuat dari plasma yang dikeluarkan dari eritrosit segera setelah pengambilan darah. Komponen utama produk ini adalah faktor koagulasi VIII, I (fibrinogen), Faktor von Willebrand, dan fibronektin. Awalnya komponen

cryoprecipitate dikembangkan untuk terapi pasien dengan defisiensi faktor antihemofilik atau hemofilia A. Namun kini kriopresipitat paling sering digunakan untuk mengisi kembali kadar fibrinogen pada pasien dengan *Acquired Coagulopathy*, seperti keadaan klinis dengan perdarahan termasuk operasi jantung, trauma, atau perdarahan obstetrik (Aliviameita and Puspitasari, 2020).

3. Uji Silang Serasi

a. Definisi Uji Silang Serasi

Uji silang serasi (*crossmatching*) merupakan salah satu pemeriksaan pre-transfusi yang dilakukan untuk memastikan tidak ada antibodi di serum pasien/donor yang akan bereaksi dengan sel darah donor/pasien setelah ditransfusikan.(Ahmat Aboussakine and Sankhala, 2021). Berdasarkan standar dari *American Association of Blood Bank (AABB)*, uji silang serasi didefinisikan sebagai suatu pemeriksaan yang menggunakan metode yang mampu menunjukkan inkompatibilitas sistem ABO dan adanya antibodi signifikan terhadap antigen eritrosit dan juga menyertakan pemeriksaan antiglobulin (Purwati, Rofinda and Husni, 2020).

b. Tujuan Uji Silang Serasi

Prosedur uji silang serasi diperlukan sebelum dilakukan transfusi darah untuk melihat apakah darah pasien sesuai dengan darah donor. Pemeriksaan ini diperlukan untuk mencegah reaksi transfusi dengan memastikan bahwa tidak ada antibodi yang reaktif terhadap antigen pada sel darah merah donor dan bermanfaat bagi pasien (Maharani and Noviar, 2018).

Mengetahui ada atau tidaknya *antibody complete (type IgM)* maupun *antibody incomplete (type IgG)* dalam serum pasien maupun dalam serum donor yang bereaksi dengan sel pasien, serta mendeteksi adanya antibodi yang tidak diharapkan dalam serum/plasma pasien yang dapat mengurangi umur eritrosit donor dan menghancurkan sel darah merah donor (Maharani and Noviar, 2018).

c. Prinsip Uji Silang Serasi

Dasar prinsip pemeriksaan uji silang serasi adalah mencampurkan plasma resipien dengan sel darah donor akan menghasilkan reaksi aglutinasi jika antigen pada sel darah merah donor tidak cocok dengan antibodi pada plasma pasien.

Pemeriksaan uji silang serasi terbagi menjadi 2 prosedur yaitu mayor dan minor. Uji silang mayor menguji reaksi antara sel darah merah donor dengan plasma resipien, dengan tujuan untuk mendeteksi antibodi resipien yang dapat melisis sel darah merah donor. Uji silang minor yaitu menguji reaksi antara serum donor dengan sel darah resipien (Maharani and Noviar, 2018).

d. Metode Uji Silang Serasi

1) Pemeriksaan Uji Silang Serasi Metode Tabung

Crossmatching dengan tes tabung dapat dikerjakan untuk *crossmatch* mayor maupun *crossmatch* minor. *Crossmatch* mayor adalah reaksi antara sel darah merah donor dengan serum atau plasma pasien, sedangkan *crossmatch* minor adalah reaksi antara sel darah merah pasien dengan plasma donor. Prinsip pemeriksaan *crossmatch* metode tabung adalah sel donor dicampur dengan serum penerima (mayor) dan sel penerima dicampur dengan serum donor (minor) dalam bovine albumin 22% akan terjadi aglutinasi atau gumpalan dan hemolisis bila golongan darah tidak cocok. Sel dan serum kemudian diinkubasi selama 15 menit untuk memberi kesempatan antibodi melekat pada permukaan sel, lalu ditambahkan serum antiglobulin dan bila penderita mengandung antibodi dengan eritrosit donor maka terjadi gumpalan (Maharani and Noviar, 2018).

Uji silang serasi metode konvensional dilakukan dalam 3 fase karena bertujuan untuk menemukan ada tidaknya antibodi komplit (IgM) atau antibodi inkomplit (IgG) yang mempunyai arti klinis yang dapat menyebabkan uji silang serasi tidak cocok (*incompatible*). Fase I yaitu fase suhu kamar di dalam medium saline, fase II yaitu inkubasi 37°C dalam medium *bovine albumin* dan fase III yaitu fase *antiglobulin test* (AHG). Fase I adalah fase suhu kamar (20°C - 25°C) di dalam medium NaCl Fisiologis atau NaCl 0,85%. Fase ini akan mendeteksi antibodi komplet yang bersifat IgM (*Cold Antibody*) seperti anti-A, anti-B, anti-M, anti-N, anti-Lewis, Anti-P1 dan anti-H. Fase II adalah fase inkubasi (37 °C) dalam medium *Bovine Albumin*. Fase ini akan dapat mendeteksi beberapa antibodi sistem rhesus seperti anti-D, anti-E, anti-E, anti-C dan juga antibodi lainnya seperti anti-Lewis, anti-Kell, dan anti-Duffy. Fase III merupakan fase

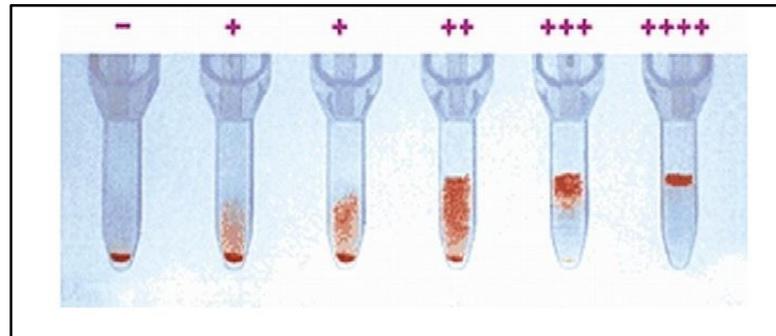
antiglobulin test, semua antibodi inkomplet yang telah diikat pada sel darah merah (pada fase II) akan beraglutinasi (positif) dengan baik setelah penambahan Coombs serum (Maharani and Noviar, 2018).

2) Pemeriksaan Uji Silang Serasi Metode Gel

Tabung pada metode *gel test* mengandung reagen spesifik (antiglobulin atau anti-A, B, D, dsb) akan digunakan untuk pemeriksaan uji silang serasi antara serum pasien dengan sel darah merah donor. *ID-Card gel* diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit dengan tujuan memberikan waktu antigen dan antibodi bereaksi. Setelah itu disentrifugasi selama 10 menit. Interpretasi hasil dapat dilihat secara langsung. Metode ini dianggap lebih akurat dan efisien waktu dibandingkan dengan metode tabung (Ahmat Aboussakine and Sankhala, 2021).

Prosedur pemeriksaan uji silang serasi menggunakan metode *gel test* yaitu dengan membuat suspensi sel darah donor dan sel darah pasien dengan cara mencampurkan larutan pengencer *Low Ionic Strength Solution* (LISS) sebanyak 500 µl dengan darah donor atau pasien sebanyak 5 µl. Siapkan *ID Gel Card*, Beri identitas resipien pada *ID Liss/Gel Card*. Buka penutup *Gel Card* (*aluminium foil*) : *Microtube* I (mayor) : 50 µL suspensi sel donor + 25 µL plasma resipien, *Microtube* II (minor) : 50 µL suspensi sel resipien + 25 µL plasma donor, *Microtube* III (autokontrol) : 50 µL suspensi sel resipien 1% + 25 µL plasma resipien. Inkubasi *ID Gel Card* selama 15 menit pada suhu 37°C kemudian putar pada *ID centrifuge* 1000 rpm selama 10 menit dan baca hasil (Maharani and Noviar, 2018).

Interpretasi hasil uji silang serasi (*crossmatch*) sebagai berikut.



Sumber : slideToDoc.com/pemeriksaan laboratorium sebelum transfusi darah dan pada reaksi/Ervida/2012

Gambar 2.1. Interpretasi Hasil *Crossmatch*

Keterangan gambar :

- (4+) : Aglutinasi sel darah merah membentuk garis di atas *microtube* gel.
- (3+) : Aglutinasi sel darah merah kebanyakan berada di atas setengah dari *Microtube* gel.
- (2+) : Aglutinasi sel darah merah terlihat di sepanjang *microtube* gel.
- (1+) : Aglutinasi sel darah merah berada di bawah setengah dari *microtube*.
- (-) : Aglutinasi semua sel darah merah lolos di bagian bawah *microtube* gel.

Tabel 2.2. Interpretasi Hasil *Crossmatch*

Mayor	Minor	AC/DCT	Kesimpulan	Keterangan
Negatif	Negatif	Negatif	Kompatibel	Dapat ditransfusikan
Positif	Negatif	Negatif	Inkompatibel	Ganti darah donor
Negatif	Positif	Negatif	Inkompatibel	Ganti darah donor
Negatif	Positif	Positif	Inkompatibel	Darah keluar apabila minor lebih kecil atau sama dengan AC/DCT. Hal ini dapat terjadi apabila mendapat persetujuan dokter yang merawat
Positif	Positif	Positif	Inkompatibel	Darah tidak keluar

Sumber : SPO PMI, 2019

Keterangan :

- a) Mayor, Minor, dan Autokontrol : Negatif

Darah pasien cocok dengan darah donor, sehingga darah dapat diberikan kepada pasien.

- b) Mayor : Positif, Minor : Negatif, Autokontrol : Negatif
Periksa kembali golongan darah pasien dan donor, kemudian periksa *Direct Coombs Test* (DCT) pada donor bila hasil positif maka darah donor tersebut harus disingkirkan karena akan selalu positif pada *crossmatch* mayor. Apabila golongan darah sudah sama dan DCT donor negatif maka kemungkinan ada antibodi iregular pada darah resipien.
- c) Mayor : Negatif, Minor : Positif, Autokontrol : Negatif
Terdapat antibodi irreguler pada serum atau plasma donor. Solusinya berikan *Packed Red Cell* (PRC) atau ganti dengan darah donor lain, bila yang diperlukan adalah plasma, trombosit, *Whole Blood* (WB) kemudian lakukan uji silang serasi lagi.
- d) Mayor : Negatif, Minor : Positif, Autokontrol : Positif
Berarti dilakukan combs test pada pasien. Apabila DCT : Positif, hasil positif pada minor dan autokontrol berasal dari autoantibodi. Apabila derajat positif pada minor lebih besar dibandingkan derajat positif pada autokontrol atau DCT, darah tidak boleh dikeluarkan. Ganti darah donor, lakukan uji silang serasi lagi sampai ditemukan positif pada minor sama atau lebih kecil dibanding autokontrol atau DCT.
- e) Mayor, Minor, dan Autokontrol : Positif
Periksa ulang golongan darah pasien maupun donor baik dengan *cell grouping* maupun *back typing*, pastikan tidak ada kesalahan golongan darah. Positif pada minor kemungkinan berasal dari autoantibodi pada pasien. Sedangkan positif pada mayor dapat disebabkan oleh ireguler antibodi pada serum pasien. Jika memungkinkan lanjutkan pemeriksaan dengan *screening* dan identifikasi antibodi (Akbar, Ritchie and Sari, 2019).

Tahapan Uji silang serasi terhadap lebih dari satu kantong darah donor :

- a) Uji Silang Serasi Mayor
Uji silang serasi mayor harus dilakukan dengan mereaksikan serum/plasma pasien dengan masing- masing sel darah merah donor (tidak boleh dipool).

b) Uji Silang Serasi Minor

Uji silang minor harus dilakukan dengan mereaksikan masing-masing plasma donor dengan sel darah merah pasien (tidak boleh dipool).

c) Uji Silang Serasi Autokontrol

Darah Resipien Mereaksikan serum/plasma pasien dengan sel darah merahnya.

d) Uji Silang Auto Pool Darah Donor

Mereaksikan pool plasma donor dengan pool sel darah merahnya. Darah donor dapat dipool maksimal 3 donor.

e) Uji Silang Antar Pool Donor

Mereaksikan plasma 1 donor dengan pool sel darah merah 2 donor. Uji silang antar pool donor dilakukan apabila jumlah donor minimal 6 orang (Akbar, Ritchie and Sari, 2019).

Interpretasi hasil :

- a) Bila hasil uji silang serasi mayor dengan salah satu kantong donor positif, lakukan DCT darah donor tersebut. Bila hasil positif, kembalikan kantong darah dan laporkan ke UTD. Bila hasil negatif, ada kemungkinan terdapat antibodi pada pasien.
- b) Bila hasil uji silang serasi minor dengan salah satu kantong donor positif dan DCT pasien negatif, ulangi pemeriksaan dengan menghilangkan kemungkinan ada fibrin pada sampel plasma donor, bila hasil tetap sama lakukan uji saring antibodi pada plasma donor tersebut atau kembalikan dan laporkan ke UTD (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

e. Penyebab Inkompabilitas Uji Silang Serasi

Sampel dikatakan *incompatible* apabila ditemukan salah satu atau kedua macam pemeriksaan (mayor, minor) dan reaksi antar donor pada uji *crossmatch*. Hasil *incompatible* dapat menyebabkan aglutinasi pada darah pasien apabila dilakukan transfusi (Fatmasari and Laili, 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Purwati (2020), menyebutkan bahwa hasil inkompabilitas pada uji silang serasi kemungkinan dapat disebabkan oleh golongan darah ABO pasien atau donor salah, serum pasien mengandung antibodi ABO, terdapat alloantibodi dalam serum pasien yang bereaksi dengan eritrosit

donor. Hasil inkompatibilitas juga ditemukan pada pasien dengan diagnosis penyakit seperti anemia, penyakit ginjal kronis, dan AIHA (Ruwiyanti, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Hieronymus Rayi Prasetya (2017), menyebutkan bahwa antibodi A₁ yang ada dalam subgroup A₂ dapat menimbulkan kesalahan dalam identifikasi golongan darah AB menjadi B dan golongan darah A menjadi O (Prasetya, Budianto and Hernayanti, 2017).

Penyebab inkompatibel :

- 1) Kesalahan identifikasi.
- 2) Sampel darah tertukar.
- 3) Kesalahan dalam pengambilan sampel.
- 4) Kekeliruan saat uji pre-transfusi. (Akbar, Ritchie and Sari, 2019).
- 5) Adanya alloantibodi pada serum pasien yang bereaksi dengan antigen yang ada pada sel darah merah donor.
- 6) Eritrosit donor di selubungi anti bodi komplet (DCT donor positif).
- 7) Antibodi spesifik pada plasma donor yang bereaksi dengan antigen sel darah merah pasien.
- 8) Eritrosit Pasien di selubungi antibodi atau komplemen (DCT pasien positif).
- 9) Kontaminasi (Syafitri, 2016).

4. Reaksi Transfusi

a. Definisi Reaksi Transfusi

Reaksi transfusi didefinisikan sebagai respon yang tidak menguntungkan pada darah atau produk yang diterima pasien. Berdasarkan keadaan klinis resipien yang mengalami gejala reaksi transfusi dibagi menjadi 3 yaitu reaksi ringan, reaksi sedang, dan reaksi berat atau dapat mengancam nyawa (Halim, Kusumadewi and Rosita, 2020).

Reaksi transfusi darah sebagai akibat langsung transfusi merupakan bagian situasi klinis yang kompleks. Jika suatu operasi dinyatakan potensial menyelamatkan nyawa hanya bila didukung dengan transfusi darah, maka keuntungan dilakukannya transfusi jauh lebih tinggi daripada risikonya. Sebaliknya, transfusi yang dilakukan pasca bedah pada pasien yang stabil hanya memberikan sedikit keuntungan klinis atau sama sekali tidak menguntungkan.

Dalam hal ini, resiko akibat transfusi yang didapat mungkin tidak sesuai dengan keuntungannya (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

b. Reaksi Transfusi Imun

Reaksi transfusi imun yang dimaksud adalah semua jenis reaksi yang terjadi pada pasien saat proses transfusi dan setelah transfusi. Reaksi tersebut, terjadi melalui mekanisme imun tubuh, melibatkan antigen (Ag) dan antibodi (Ab). Ag dan Ab pada leukosit dikelompokkan ke dalam sistem *Human Leucoyte Antigen* (HLA) dan *Human Neutrofil Antigen* (HNA). Ag dan Ab pada trombosit dikelompokkan ke dalam sistem *Human Platelet Antigen* (HPA). Adanya ketidakcocokan antara darah donor dengan pasien yang melibatkan Ag dan Ab pada darah dapat menyebabkan reaksi transfusi imun (Maharani and Noviar, 2018).

1). Reaksi Hemolitik

Reaksi hemolitik adalah reaksi akibat bercampurnya darah yang mempunyai aglutinin plasma anti A dan anti B dengan darah yang mengandung aglutinogen A atau B dan darah yang mempunyai Rh berbeda sehingga menyebabkan sel menggumpal akibat proses aglutinasi (Saraswati and Prasetyaswati, 2019). Mekanisme lisis sel darah merah karena reaksi transfusi dapat terjadi melalui mekanisme hemolisis ekstravaskular maupun intravaskular. Hemolisis ekstravaskular terjadi karena lisisnya sel darah merah yang disebabkan oleh reaksi Ag donor yang disensitisasi/dilekati Ab dan atau komplemen pasien. Sedangkan hemolisis intravaskular merupakan lisis sel darah merah yang terjadi di pembuluh darah. Reaksi terjadi jika Ab pasien bereaksi dengan Ag yang berasal dari donor. Ikatan Ag dan Ab tersebut mengaktifkan komplemen dan membentuk *Membrane Attachment Complex* (MAC) dan sel darah merah lisis/pecah (Maharani and Noviar, 2018).

2). Demam

Demam merupakan lebih dari 90% gejala reaksi transfusi. Umumnya ringan dan hilang dengan sendirinya. Dapat terjadi karena antibodi resipien bereaksi dengan leukosit donor. Demam timbul akibat aktivasi komplemen dan lisisnya sebagian sel dengan melepaskan pirogen endogen yang kemudian merangsang sintesis prostaglandin dan pelepasan serotonin dalam

hipotalamus. Dapat pula terjadi demam akibat peranan sitokin (IL-1b dan IL-6). Umumnya reaksi demam tergolong ringan dan akan hilang dengan sendirinya (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

3). Reaksi Alergi Transfusi

Reaksi akut terhadap konstituen plasma dapat diklasifikasikan sebagai alergi, anafilaktoid, atau anafilaksis. Reaksi alergi terhadap komponen yang tidak diketahui dalam darah donor sering terjadi, biasanya karena alergen dalam plasma donor atau antibodi dari donor alergi. Antibodi IgE menempel pada sel mast dan basofil, yang menyebabkan pelepasan histamin dan vasoaktif amina. Reaksi biasanya ringan dengan urtikaria, edema, pusing sesekali, dan sakit kepala selama atau segera setelah transfusi (Aliviameita and Puspitasari, 2020).

4). Reaksi Anafilaktik

Reaksi yang berat ini dapat mengancam jiwa, terutama bila timbul pada pasien dengan defisiensi antibodi IgA atau yang mempunyai IgG anti IgA dengan titer tinggi. Produksi antibodi IgA dapat terjadi setelah imunisasi dari transfusi sebelumnya atau kehamilan, dan sejumlah pasien mungkin memiliki antibodi tersebut tanpa paparan yang diketahui sebelumnya (Andisari, 2021). Gejala dan tanda reaksi anafilaktik biasanya adalah angioedema, muka merah (*flushing*), urtikaria, gawat pernapasan, hipotensi, dan renjatan (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

5). Purpura Pasca Transfusi

Purpura pasca transfusi merupakan komplikasi yang jarang tetapi potensial membahayakan pada transfusi sel darah merah atau trombosit. Hal ini disebabkan adanya antibodi langsung yang melawan antigen spesifik trombosit pada resipien (Saraswati and Prasetyaswati, 2019). Pasien yang mengalami komplikasi ini telah memiliki antibodi anti-platelet saat kehamilan atau transfusi sebelumnya.

6). Aloimunisasi

Refraktoritas trombosit yang muncul dari aloimunisasi HLA adalah komplikasi serius dari terapi transfusi. Walaupun transfusi efektif dalam mencegah morbiditas sel sabit, penggunaannya dipersulit oleh tingginya

insiden aloimunisasi eritrosit dan komplikasi terkait transfusi. Lebih dari separuh pasien memiliki antibodi terhadap lebih dari satu antigen, yang membuat sulit untuk mendapatkan darah yang kompatibel. Mekanisme yang mendasari peningkatan kejadian aloimunisasi pada pasien ini mungkin multifaktorial, tetapi kurangnya kompatibilitas fenotipik antara darah donor dan resipien jelas merupakan faktor utama (Andisari, 2021).

c. Reaksi Transfusi Non Imun

Reaksi transfusi non imun adalah reaksi yang tidak melibatkan sistem imun (reaksi Ag dan Ab) secara langsung. Reaksi transfusi non imun lebih banyak disebabkan oleh efek pemberian komponen darah yang berpengaruh terhadap metabolisme tubuh (Maharani and Noviar, 2018).

1). Keracunan Sitrat

Keracunan sitrat juga dapat terjadi ketika sejumlah besar volume komponen plasma yang mengandung antikoagulan sitrat ditransfusikan ke pasien. Transfusi komponen plasma dalam jumlah besar dapat mengakibatkan ketidakseimbangan elektrolit tubuh pasien, yaitu menurunnya kalsium darah (hipokalsemia), menurunnya kadar magnesium darah (hipomagnesemia), dan jenis elektrolit lainnya (Maharani and Noviar (2018).

Tubuh memiliki kemampuan yang besar untuk metabolisme sitrat, kecuali pada keadaan shock, penyakit hati, dan lanjut usia. Kalsium berikatan dengan bahan pengawet sitrat secara teoritis dapat menjadi penting setelah transfusi darah dalam jumlah besar (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

2). Kontaminasi Bakteri

Berdasarkan beberapa studi, diketahui bahwa resiko kontaminasi bakteri pada komponen darah lebih besar dibandingkan infeksi menular lewat transfusi darah, seperti : HIV, hepatitis C (HCV), hepatitis B (HBV). Jenis komponen darah yang sering terkontaminasi bakteri adalah komponen trombosit. Kontaminasi umumnya berasal dari bakteri kontaminan yang berasal dari kulit lengan donor pada saat pengambilan darah (Maharani and Noviar, 2018).

Proses pengolahan komponen darah, juga rentan terhadap kontaminasi bakteri dalam kantong darah donor. Pembuatan komponen darah yang tidak aseptik memungkinkan bakteri dapat tumbuh dan memperbanyak diri di dalam

kantong komponen darah. Komponen sel darah merah juga dapat terkontaminasi oleh bakteri yang berasal dari donor, akan tetapi tidak menimbulkan gejala klinis pada donor, sehingga tidak terdeteksi pada saat seleksi donor (Maharani and Noviar, 2018).

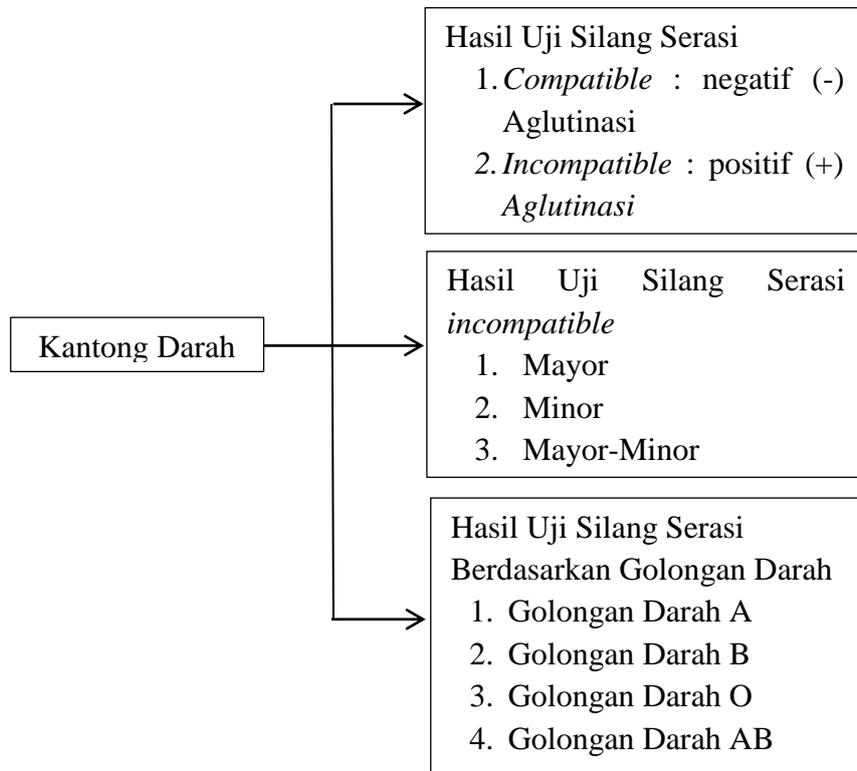
3). Hipotermia

Reaksi hipotermi dapat terjadi paska transfusi, yaitu pasien yang ditransfusi secara cepat dengan komponen darah yang disimpan pada suhu 4 ± 2 °C. Kondisi ini dapat menurunkan suhu di dalam tubuh, yang dapat mempengaruhi hemostasis tubuh pasien. Kondisi hipotermia menurunkan metabolisme sitrat dan laktat serta meningkatkan derajat hipokalsemia, dan menurunkan tingkat pelepasan Hb ke jaringan. Efek samping lainnya berupa penurunan fungsi trombosit dan faktor koagulasi, sehingga akan lebih meningkatkan resiko perdarahan (Maharani and Noviar, 2018).

4). Keseimbangan asam basa

Walaupun darah yang disimpan adalah bersifat asam dalam kaitan dengan antikoagulan asam sitrat dan akumulasi dari metabolit sel darah merah (karbondioksida dan asam laktat), berkenaan dengan metabolisme asidosis metabolik yang berkaitan dengan transfusi tidaklah umum. Yang terbanyak dari kelainan asam basa setelah tranfusi darah masif adalah alkalosis metabolik postoperatif. Ketika perfusi normal diperbaiki, asidosis metabolik berakhir dan alkalosis metabolik progresif terjadi, sitrat dan laktat yang ada dalam tranfusi dan cairan resusitasi diubah menjadi bikarbonat oleh hepar (Saraswati and Prasetyaswati, 2019).

B. Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka Konsep