

## **BAB II**

### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **2.1 Darah**

##### **2.1.1. Pengertian Darah**

Darah merupakan jaringan cair pada tubuh manusia yang terdiri atas dua bagian yaitu plasma darah (bagian cair darah) sebesar 55% dan korpuskuler / sel darah (bagian padat darah) sebesar 45%. Sel darah terdiri dari tiga jenis yaitu eritrosit, leukosit dan trombosit. Volume total darah orang dewasa diperkirakan sekitar 5-6 liter atau 7% - 8% dari berat tubuh seseorang (Maharani & Ganjar, 2018). Secara fisiologi volume darah adalah tetap (homeostatik) dan diatur oleh tekanan osmotik koloid dari protein dalam plasma dan jaringan (Amalia & Widuri, 2020).

##### **2.1.2. Struktur Darah**

###### **a. Plasma dan Serum Darah**

Plasma adalah bagian darah yang berupa cairan (55%) yang sebagian besar terdiri dari air (95%), 7% protein, dan 1% nutrien. Di dalam plasma terdapat sel-sel darah dan lempengan darah, albumin, gamma globulin yang berguna untuk mempertahankan tekanan osmotik koloid dan gamma globulin juga mengandung antibodi (imunoglobulin) seperti IgM, IgG,

IgA, IgD, IgE untuk mempertahankan tubuh terhadap mikroorganisme. Plasma adalah bagian cair dari darah yang tidak mengandung sel-sel darah tetapi masih mengandung faktor-faktor pembekuan darah yang diperoleh melalui sentrifugasi yaitu memisahkan sel-sel darah dari darah (*whole blood*). Plasma yang terbentuk memiliki komposisi faktor pembekuan yang berbeda sesuai dengan jenis antikoagulan yang ditambahkan ((Nugraha, 2015) dalam (Amalia & Widuri, 2020)).

Serum adalah bagian cair darah yang tidak mengandung sel-sel darah dan faktor-faktor pembekuan darah. Protein-protein koagulasi lainnya dan protein yang tidak terkait dengan hemostasis tetap berada dalam serum dengan kadar serupa dalam plasma. Apabila proses koagulasi berlangsung secara upnormal, serum mungkin mengandung sisa fibrinogen dan produk pemecahan fibrinogen atau protombin yang belum dikonfensi ((Sacher dan McPerson, 2004) dalam (Amalia & Widuri, 2020)). Serum diperoleh dari spesimen darah yang tidak ditambahkan antikoagulan kemudian dilakukan pemisahan menjadi dua bagian dengan menggunakan sentrifuge, setelah itu darah didiamkan hingga membeku kurang lebih 15 menit (Nugraha, 2015) dalam (Amalia & Widuri, 2020)).

**Tabel 2.1.2****Perbedaan antara Serum dengan Plasma**

<b>Ciri</b>	<b>Plasma</b>	<b>Serum</b>
<b>Warna</b>	Agak kuning dan jernih	Agak kuning dan jerih
<b>Kekentalan</b>	Lebih kental dari air	Lebih kental dari air
<b>Antikoagulan</b>	Perlu	Tidak perlu
<b>Fibrinogen</b>	Masih ada	Tidak ada lagi
<b>Serat fibrin</b>	Tidak ada	Ada dalam gumpalan
<b>Pemisahan sel</b>	Pemusingan	Penggumpalan spontan
<b>Sel terkumpul dalam</b>	Endapan (sedimen)	Gumpalan
<b>Suspensi kembali sel</b>	Dapat	Tidak dapat

*Sumber:* ((Sadikin, Biokimia Darah, 2014) dalam ((Amalia & Widuri, 2020))

**b. Sel-Sel Darah**

Sel darah merah adalah sel yang terbanyak di dalam darah dan mengandung senyawa berwarna merah yaitu hemoglobin. Sel ini mudah dilihat dengan menggunakan mikroskop pada sediaan hapusan darah, dengan ciri berbentuk bulat bikonkaf tidak berinti. Sel darah merah kurang lebih 45% terdiri dari Eritrosit 44%, sedangkan sisanya 1% terdiri dari leukosit atau sel darah putih dan trombosit. Sel leukosit terdiri dari basofil, eosinofil, neutrofil, limfosit, dan monosit ((Sacher & Richard, 2012) dalam (Amalia & Widuri, 2020)).

### 2.1.3. Fungsi Darah

- a. Sebagai alat pengangkut yaitu:
  - 1) Mengambil oksigen dari paru-paru untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh
  - 2) Mengangkut *karbondioksida* dari jaringan untuk dikeluarkan melalui paru-paru
  - 3) Mengambil zat makanan dari usus halus untuk diedarkan dan dibagikan ke seluruh jaringan tubuh
  - 4) Mengeluarkan zat-zat yang tidak berguna bagi tubuh untuk dikeluarkan melalui kulit dan ginjal
  - 5) Sebagai pertahanan tubuh terhadap serangan penyakit
  - 6) Menyebarkan panas keseluruh tubuh
- b. Membunuh kuman yang masuk ke dalam tubuh yang dilakukan oleh sel darah putih
- c. Menutup luka yang dilakukan oleh keping-keping darah
- d. Mempertahankan keseimbangan air dalam tubuh, sehingga kadar air tubuh tidak terlalu tinggi/rendah (*homeostasis*) (Amalia & Widuri, 2020).

### 2.1.4. Penyimpanan Darah

Penyimpanan darah secara invitro merupakan upaya untuk mengurangi perubahan-perubahan yang terjadi selama darah disimpan. Penyimpanan darah yang sering dilakukan adalah simpan cair, penyimpanan darah dengan menggunakan antikoagulan yang

mengandung nutrisi untuk kehidupan sel darah pada suhu optimal  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan metabolisme  $1/40$  pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$ . Temperatur maksimum dalam penyimpanan darah adalah  $10^{\circ}\text{C}$ , jika di atas temperatur tersebut merusak eritrosit berlangsung cepat.

Ada 2 faktor penting yang harus diperhatikan dalam penyimpanan darah secara invitro, yaitu temperatur simpan dan pengawet/pelindung. Antikoagulan adalah zat untuk mencegah terjadinya darah membeku, yang digunakan dalam kepentingan transfusi adalah sitrat. Sedangkan bahan pengawet yaitu bahan-bahan yang diperlukan untuk metabolisme sel. Berikut ini adalah jenis antikoagulan dan pengawet darah dalam penyimpanan, antara lain:

- a. Natrium sitrat konsentrasi 3,4 – 3,8 %, dapat mengawetkan darah selama 2-3 hari pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$
- b. ACD = Acid – Citric – Dextrose, dengan penambahan dekstrosa masa simpan dapat diperpanjang menjadi 3 minggu (21 hari)
- c. CPD = Citric – Phosphate – Dextrose, dengan penambahan senyawa fosfat, maka sel darah mendapat tambahan sumber energi. Larutan CPD lebih baik jika dibandingkan larutan ACD, yaitu hemolisis lebih kecil dan viabilitas sel post transfusi juga lebih baik, dan fungsi transpot oksigen lebih baik. Masa simpan darah dalam larutan CPD adalah 28 hari

- d. CPD-A = Citric – Phosphate – Dextrose – Adenine, dengan penambahan 17 mg adenin ke komposisi CPD dapat memperpanjang masa simpan menjadi 35 hari (5 minggu)
- e. Larutan aditif, terdiri AS-1 (Adsol), AS-3 (Nutricel) dan AS-5 (Optisol) dapat memperpanjang masa simpan menjadi 42 hari.

Pada kantong darah 450 ml terdapat pengawet dan antikoagulan sebanyak 63 ml dan pada kantong darah 500 ml terdapat pengawet dan antikoagulan sebanyak 70 ml. Jika volume darah kurang dari 300 ml, maka ratio volume antikoagulan-pengawet dengan darah adalah 1,4 : 10 (Maharani & Ganjar, 2018).

#### **2.1.5. Faktor Yang Mempengaruhi Penyimpanan Darah Invitro**

##### **a. Perubahan Daya Bentuk Dan Hidup Sel**

- 1) Daya hidup eritrosit akan menurun sebanding dengan masa simpan. Pada saat penyadapan hancur 1-5%, apabila disimpan 2 minggu dalam ACD sel eritrosit hancur sekitar 10%, dan 4 minggu dalam ACD sel eritrosit musnah mencapai 25%.
- 2) Daya hidup trombosit menurun sebanding dengan masa simpan dan temperatur simpan. Daya hidup trombosit pada suhu 2-6°C lebih buruk dibandingkan pada suhu 18- 22°C.
- 3) Daya hidup leukosit menurun dengan cepat sebanding dengan masa simpan. Masa simpan 48 jam terjadi perubahan bentuk, sedangkan masa simpan 72 jam fungsi leukosit hilang (Maharani & Ganjar, 2018).

**b. Perubahan Kadar ATP**

Akibat penurunan kadar ATP, maka terjadi hilangnya lipid membran sel, perubahan bentuk sel dari bentuk bikonkaf menjadi bulat, berkurangnya elastisitas sel sehingga menjadi kaku.

**c. Perubahan Kadar 2,3 DPG**

Akibat penurunan kadar 2,3 DPG, maka daya ikat oksigen pada molekul hemoglobin menjadi kuat, pelepasan oksigen ke jaringan menjadi berkurang. Darah dengan 2,3 DPG rendah tidak menambah oksigenisasi jaringan walaupun kadar hemoglobin naik. Darah dengan 2,3 DPG rendah tidak tepat untuk pasien yang memerlukan oksigenisasi cepat / resusitasi.

**d. Perubahan Asam laktat dan pH**

Perubahan pH disebabkan penumpukan asam laktat sebagai hasil akhir proses glikolitik oleh sel eritrosit. Dengan bertambahnya asam laktat akan menyebabkan penurunan pH (asam).

**e. Peningkatan Hb Plasma**

Peningkatan Hb Plasma dikarenakan banyaknya eritrosit yang lisis.

**f. Perubahan Metabolisme Sel**

Perubahan pH menjadi asam menyebabkan terganggunya fungsi enzim-enzim untuk metabolisme sel, sehingga metabolisme sel terganggu dan sel akan lisis (Maharani & Ganjar, 2018).

## 2.2 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. Satu kantong darah lengkap mengandung sekitar 450 ml darah dan 63 ml antikoagulan. Nilai hematokritnya 36- 44%, darah lengkap yang disimpan pada suhu  $4 \pm 2$  °C. Karena trombosit dan leukosit tidak dapat hidup lama pada temperatur dingin (1 sampai 6°C), maka secara fungsional (isi utama *whole blood*) terdiri dari sel darah merah dan plasma. Masa hidup sel darah merah tergantung dari preservasi (pengawet) yang digunakan pada kantong darah (CPD 21 hari, CPDA 35 hari). Kadar 2,3 DPG (*Diphosphogliserate*) intrasitoplasmik molekul yang memfasilitasi pelepasan oksigen dari hemoglobin, akan berkurang selama penyimpanan dan beregenerasi setelah transfusi darah. Penyimpanan darah lengkap lebih dari 24 jam, menyebabkan penurunan platelet atau granulosit. Adapun jumlah faktor pembekuan V dan VIII berkurang seiring dengan penyimpanan. Lain halnya, kadar faktor pembekuan stabil, albumin dan globulin tetap terjaga pada unit darah lengkap selama penyimpanan.

Perubahan metabolik terjadi pada sel darah merah dan plasma selama penyimpanan. Penggunaan *whole blood* sebenarnya dapat ditegakkan hanya bila kapasitas pembawa oksigen dan ekspansi volume diperlukan. Pasien yang mempunyai volume darah normal, tetapi kadar hemoglobin rendah jika di transfusi *whole blood* dikhawatirkan dapat

mengalami gagal jantung kongestif dikarenakan kelebihan volume cairan tubuh (hipervolemia). Pelayanan *whole blood* untuk transfusi darah harus melalui uji cocok serasi mayor dan minor antara donor darah dan pasien. Peningkatan hemoglobin (Hb) setelah transfusi 450 ml whole blood berkisar antara  $0,9 \pm 0,12$  g/dl, sedangkan nilai hematokrit berkisar antara 3-4%.

Komponen darah lengkap menyediakan daya dukung oksigen dan penambahan volume darah. Terutama digunakan pada pasien dengan indikasi primer yaitu pasien dengan pendarahan aktif yang telah kehilangan 25% dari volume total darahnya. Dampak negatif penggunaan darah lengkap kemungkinan menyebabkan kelebihan cairan. Darah lengkap yang kurang dari 7 hari bermanfaat untuk transfusi penggantian pada neonatus untuk pencegahan hiperkalemia (Maharani & Ganjar, 2018).

### **2.3 Distribusi Darah**

Distribusi darah adalah penyampaian darah siap pakai untuk keperluan transfusi dari UTD ke Rumah Sakit melalui Bank Darah Rumah Sakit (BDRS) atau institusi kesehatan yang berwenang. Sebelum pendistribusian, darah harus bebas dari penyakit yang menular (HIV, HBsAg, HCV, dan Sifilis) yang ditunjukkan dengan hasil uji saring IMLTD non reaktif menggunakan metoda uji saring dan reagen IMLTD yang telah divalidasi dan disetujui. Dan tetap mempertahankan rantai dingin darah sesuai dengan jenis komponennya menggunakan alat distribusi yang suhunya tervalidasi dan terkontrol oleh personil yang kompeten (Kementrian Kesehatan, 2015).

Rantai dingin atau *cold chain* adalah bentuk rantai pasok yang harus diperhatikan suhu, kelembapan dan udara agar kualitas produk yang didistribusikan tetap terjamin mutunya. Sistem rantai dingin merupakan sistem penyimpanan dan distribusi darah dan produk darah dalam suhu dan kondisi yang tepat dari tempat pengambilan darah pendonor sampai darah ditransfusikan ke pasien. Suhu pada darah lengkap (*whole blood*) untuk transfusi disimpan pada suhu 2°C hingga 6°C dan untuk transportasi antara suhu 2°C dan 10°C untuk maksimal 24 jam. Sedangkan darah lengkap untuk pengolahan lebih lanjut termasuk trombosit disimpan dan ditransportasikan pada suhu antara 20°C dan 24°C (harus terkontrol dengan ketat) untuk maksimal 24 jam. Untuk masa simpan tergantung pada antikoagulan dan pengawet yang digunakan (Fridawati & Suramade, 2019).

## **2.4 Hemoglobin**

### **2.4.1 Definisi Hemoglobin**

Hemoglobin atau Hb merupakan gabungan dari dua kata yaitu heme (besi) dan globin (protein). Heme adalah gugus prostetik yang terdiri dari atom besi, sedangkan globin adalah protein yang pecah menjadi asam amino. Hemoglobin adalah suatu protein dalam sel darah merah yang mengantar oksigen dari paru-paru ke jaringan di seluruh tubuh dan mengambil karbondioksida dari jaringan tersebut dibawa ke paru-paru untuk dibuang ke udara bebas (Riswanto, 2013).

### **2.4.2 Fungsi Hemoglobin**

Hemoglobin didalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh (Evelyn, 2009).

Menurut Depkes RI guna hemoglobin antara lain :

- a) Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida didalam jaringan-jaringan tubuh.
- b) Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar atau energi.
- c) Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk dibuang, untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak, dapat diketahui dengan mengukur kadar hemoglobin (Lyza, 2010).

### **2.4.3 Kadar Hemoglobin**

Kadar hemoglobin adalah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran-butiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut “100 persen” (Evelyn, 2009). Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. Namun WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin (Tarwoto, 2009).

**Tabel 2.4.3****Batas Kadar Hemoglobin (gr/dl)**

Umur 5-11 tahun	< 11,5 g/dl
Umur 12-14 tahun	≤ 12,0 g/dl
Umur > 15 tahun	Perempuan: > 12 g/dl Laki-laki : > 13 g/dl

Sumber: (Tiara et al., 2016)