

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Pengertian darah

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh. Fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel – sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat – zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Mallo, 2012). Darah adalah kendaraan untuk transport masal jarak jauh dalam tubuh untuk berbagai bahan antara sel dan lingkungan eksternal antara sel-sel itu sendiri (Fitryadi dan Sutikno, 2017).

2. Fungsi darah

Dalam keadaan fisiologik, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai; (a) pembawa oksigen (*oxygen carrier*); (b) mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi, dan (c) mekanisme hemostasis (Bakta, 2014).

Menurut (Nugraha, 2015) kandungan selular dan non-selular dalam darah, jaringan ini memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu:

a. Fungsi respirasi

Melalui eritrosit darah memiliki fungsi mengangkut oksigen dari paru-paru menuju jaringan diseluruh tubuh dan mengangkut karbon dioksida dari jaringan menuju paru-paru untuk dikeluarkan. Pengangkutan oksigen dan karbon dioksida tersebut dilakukan oleh molekul hemoglobin yang terkandung di dalam eritrosit.

b. Fungsi nutrisi

Karbohidrat, protein dan lemak yang kita makan akan diproses oleh sistem pencernaan. Nutrisi akan di absorpsi di dalam lumen usus menuju kapiler-kapiler darah disekitar usus. Beberapa nutrisi disintesis oleh sel dalam organ seperti hati. Semua molekul tersebut akan diangkut oleh darah, melalui sistem kardiovaskuler nutrisi akan didistribusikan keseluruh tubuh.

c. Fungsi ekskresi

Sel dalam jaringan melakukan metabolisme dan menghasilkan sisa metabolisme berupa sampah yang tidak digunakan, jika terakumulasi dalam organ atau sel akan menyebabkan kerusakan sel dan gangguan kesehatan. Sisa metabolisme akan dikeluarkan oleh sel ke dalam darah dan diangkut melalui sistem kardiovaskuler menuju organ ekskresi untuk dikeluarkan.

d. Fungsi pertahanan terhadap infeksi

Leukosit memiliki peranan dalam pertahanan tubuh terhadap benda asing maupun serangan penyakit baik oleh bakteri, virus atau parasit. Pertahan dilakukan dengan cara eliminasi dari dalam tubuh melalui proses fagositosis maupun pembentukan antibodi.

e. Fungsi pembekuan darah (koagulasi)

Sistem peredaran darah manusia merupakan sistem peredaran darah tertutup, dalam keadaan tertentu darah dapat keluar dari pembuluh darah sehingga dapat berakibat fatal misalnya luka atau oleh penyakit sehingga perlu dilakukan penyumbatan agar darah tidak keluar dari sirkulasi, melalui mekanisme pembekuan darah (hemostasis). Dalam proses pembekuan darah trombosit memiliki peranan penting dalam membentuk sumbatan. Dalam keadaan normal, gumpalan yang

terbentuk akan mengalami penghancuran melalui mekanisme penghancuran gumpalan (trombolisis) yang berguna untuk menghambat proses pembentukan gumpalan lebih lanjut.

3. Komponen darah

Darah dibentuk dari dua komponen yaitu komponen selular dan komponen non-selular. Komponen selular sering disebut juga korpuskuli, yang membentuk sekitar 45% yang terdiri dari tiga macam atau jenis sel yaitu eritrosit, leukosit dan trombosit. Pada dasarnya trombosit bukan berupa sel melainkan bentuk keping-keping dari pecahan sitoplasma sel megakariosit (Nugraha,2015).

Komponen non-selular berupa cairan yang disebut plasma dan membentuk sekitar 55% bagian dari darah. Dalam plasma terkandung berbagai macam molekul makro dan mikro, baik yang bersifat larutan air (hidrofilik) maupun tidak larut air (hidrofobik), berupa organik maupun anorganik, serta atom-atom maupun ionik. Plasma yang tidak mengandung faktor-faktor pembekuan darah disebut serum. Plasma darah terdiri dari air, protein, karbohidrat, lipid, asam amino, vitamin, mineral dan lain sebagainya. Komponen tersebut ikut mengalir dalam sirkulasi bersama darah, baik bebas atau diperantarai molekul lain agar dapat terlarut di dalam plasma (Nugraha,2015).

B. Hemoglobin

1. Pengertian hemoglobin

Hemoglobin merupakan suatu protein tetramerik eritrosit yang mengikat molekul bukan protein, yaitu senyawa porfirin besi yang disebut heme. Hemoglobin mempunyai dua fungsi pengangkutan penting dalam tubuh manusia, yakni

pengangkutan oksigen dari organ respirasi ke jaringan perifer dan pengangkutan karbondioksida dan berbagai proton dari jaringan perifer ke organ respirasi untuk selanjutnya diekskresikan ke luar (Kosasi dkk, 2014).

Hemoglobin adalah protein yang mengandung zat besi yang memungkinkan sel darah merah untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Semua jaringan tubuh membutuhkan oksigen, oksigen adalah sumber energi yang paling penting dalam tubuh. Tanpa cukup hemoglobin, jaringan akan kekurangan pasokan oksigen, sehingga jantung dan paru-paru harus bekerja lebih keras untuk mengimbangnya. Kadar rendah hemoglobin mungkin menandakan anemia, pendarahan yang berlebihan, kekurangan gizi, kerusakan sel karena reaksi transfuse atau katup jantung buatan, atau bentuk hemoglobin yang tidak normal seperti yang ditemukan pada sel sabit (*Oz and Roizen,2010*)

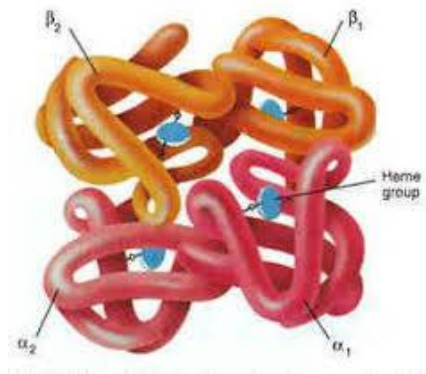
Terdapat hubungan antara hemoglobin dengan anemia, dimana anemia merupakan suatu keadaan jumlah sel darah merah yang beredar atau konsentrasi hemoglobin menurun. Sebagaimana akibatnya, ada penurunan transportasi oksigen dari paru ke jaringan perifer (Mubarok, 2014).

2. Pembentukan hemoglobin

Pembentukan hemoglobin terjadi pada sumsum tulang melalui stadium pematangan. Sel darah merah memasuki sirkulasi sebagai retikulosit dari sumsum tulang. Sejumlah kecil hemoglobin masih dihasilkan selama 24-48 jam pematangan. Waktu sel darah merah menua, sel ini menjadi lebih kaku dan lebih rapuh, akhirnya pecah. Hemoglobin terutama di fagositosis limfa, hati dan sumsum tulang kemudian direduksi menjadi heme dan globin, globin masuk ke dalam sumber asam amino. Besi dibebaskan dari hem dan sebagian besar diangkut oleh

plasma transferrin ke sumsum tulang untuk pembentukan sel darah merah (Sadikin,2014).

3. Struktur hemoglobin



Gambar 1. Molekul Hemoglobin A

Keterangan : Hemoglobin A terdiri dari dua rantai alpha dan dua rantai beta ($\alpha_2\beta_2$), dengan struktur besi tempat melekatnya oksigen

Sumber : (Wulandari, 2016)

Hemoglobin adalah protein globular yang mengandung besi. Terbentuk dari 4 rantai polipeptida (rantai asam amino), terdiri dari 2 rantai alfa dan 2 rantai beta. Masing-masing rantai tersebut terbuat dari 141-146 asam amino. Struktur setiap rantai polipeptida yang tiga dimensi dibentuk dari delapan heliks bergantian dengan tujuh segmen non heliks. Setiap rantai mengandung grup prostetik yang dikenal sebagai heme, yang bertanggung jawab pada warna merah pada darah. Molekul heme mengandung cincin porphirin. Pada tengahnya, atom besi bivalen dikoordinasikan. Molekul heme ini dapat secara reversible dikombinasikan dengan satu molekul oksigen atau karbon dioksida. Hemoglobin mengikat empat molekul oksigen per tetramer (satu per subunit heme), dan kurva saturasi oksigen memiliki bentuk sigmoid (Anamisa, 2015).

Hemoglobin normal orang dewasa (Hb A) terdiri dari dua rantai alpha-globulin dan dua rantai beta-globulin, sedangkan pada bayi yang masih dalam kandungan atau yang sudah lahir terdiri dari beberapa rantai beta dan molekul hemoglobinnya terbentuk dari dua rantai alfa dan dua rantai gama yang dinamakan sebagai HbF.

Heme dari molekul hemoglobin mengandung zat besi yang ada di dalam tubuh, sebagian besar terdapat di dalam hemoglobin, myoglobin, dan protein otot. Hal ini dikarenakan zat besi merupakan komponen utama dalam pembentukan hemoglobin. Pusat molekul hemoglobin terdapat cincin heteroskilik yang dikenal dengan porifirin yang menahan satu atom besi. Porifirin yang mengandung besi inilah yang disebut heme. Tiap sub unit hemoglobin mengandung satu heme, sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki kapasitas empat molekul oksigen (Sherwood,2012).

4. Faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin

a. Kecukupan besi dalam tubuh

Besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin, sehingga anemia gizi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah (Lyza, 2010).

b. Pola makan

Untuk menjaga kadar hemoglobin normal, diperlukan asupan yang dapat memenuhi kebutuhan zat besi. Zat besi terdapat pada makanan baik yang bersumber dari hewan maupun tumbuhan. Beberapa jenis makanan memiliki kandungan zat besi yang tinggi seperti bayam merah, beras merah, hati sapi, kacang hijau, tempe ikan salmon dan telur bebek (Sherwood,2012).

c. Usia

Bayi yang baru lahir memiliki kadar hemoglobin lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak dan orang dewasa. Kadar hemoglobin menurun berdasarkan peningkatan usia (Adiwijayanti, 2015).

d. Jenis kelamin

Dalam keadaan normal, laki-laki memiliki kadar hemoglobin lebih tinggi daripada perempuan. Hal ini dipengaruhi oleh fungsi fisiologis dan metabolisme laki-laki yang lebih aktif daripada perempuan. Kadar hemoglobin perempuan lebih mudah turun, karena mengalami siklus menstruasi yang rutin setiap bulannya

e. Lama kerja

Seseorang yang bekerja di tempat dengan pajanan logam berat seperti timbal, memungkinkan timbulnya dampak kesehatan. Hal ini terjadi karena penumpukan logam berat dalam darahnya. Semakin lama orang tersebut bekerja maka semakin bertambah jumlah pajanan yang diterima (Adiwijayanti, 2015).

C. Pemeriksaan Hemoglobin

1. Hb meter (*CompoLab* TS)

Pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan Hb meter banyak digunakan oleh layanan kesehatan, seperti laboratorium klinik, puskesmas dan rumah sakit. Instrumen Hb meter didesain *portable*, artinya mudah dibawa kemana-mana dan mudah dioperasikan.

CompoLab TS adalah salah satu perangkat tercepat untuk mengukur hemoglobin yang menggunakanudukan kuvet yang digerakkan motor (mesin) , pengoperasian menjadi sangat mudah sekaligus memastikan keakuratan

pengukuran yang sangat baik pada saat yang bersamaan. Nilai hemoglobin diukur dengan setetes darah di kuvet dalam waktu 2 detik dan ditampilkan di layar berwarna (Kabi, 2012).

Alat *CompoLab* memiliki spesifikasi yaitu : tidak ada reagen di kuvet, tidak ada reaksi yang terjadi di kuvet, kuvet tidak sensitif terhadap kelembaban dan / atau suhu, umur simpan kuvet adalah 2,5 tahun, tempat kuvet otomatis, dan akan mengeluarkan kuvet setelah pengukuran, dan alat ini selalu siap untuk pengukuran, bahkan dalam mode siaga.

CompoLab TS didasarkan pada pengukuran fotometrik spektrum luas dari hemoglobin. Setiap fraksi hemoglobin memiliki spektrum absorbansi tertentu. Spektrum yang terukur adalah jumlah dari semua pecahan, yang merupakan Hb total. Konsentrasi Hb dihitung dari absorbansi terukur pada beberapa panjang gelombang. (Kabi, 2012).

2. Hematology analyzer Sysmex XN-350

XN-350 adalah seri terkecil dari seri XN-L dan kehadirannya yang ringkas menjadikannya alat penting yang sesuai dengan kebutuhan laboratorium di pusat rawat jalan khusus, misalnya, pediatrik, onkologi, atau dialisis, dengan *throughput* sampel yang lebih rendah (Khartabil *et al.*, 2020).

Sysmex XN-350 Auto Hematology Analyzer merupakan suatu penganalisis diferensial lima bagian multi parameter untuk pemeriksaan kuantitatif yang meliputi WBC (*White Blood Cell* atau leukosit), RBC (*Red Blood Cell*), HGB (Hemoglobin), HCT (*Hematocrit*), MCV (*Mean Corpuscular Volume*), MCH (*Mean Corpuscular Hemoglobin*), MCHC (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*), PLT (*Platelet*), RDW-SD, RDW-CV, PDW (*Platelet Distribution*

Width), MPV (*Mean Platelet Volume*), P-LCR (*Platelet Large Cell Ratio*), PCT (*Plateletcrit*), NEUT#, LYMPH#, MONO#, EO#, BASO#, NEUT%, LYMPH%, MONO%, EO%, dan BASO%. *Hematology Analyzer Sysmex XN-350* menggabungkan teknologi Sysmex yang terdiri dari *Fluorescent Flow Cytometry*, *Hydrodynamic Focusing*, dan metode *Cyanide Free SLS* (Sysmex Europe GmbH, 2018).

Pemeriksaan kadar hemoglobin dengan *Hematology Analyzer* mudah dilakukan dan hasil pemeriksaan lebih akurat daripada metode yang lain dalam pemeriksaan hemoglobin. Metode *sianmethemoglobin* adalah metode referensi untuk estimasi hemoglobin, semua jenis hemoglobin dapat diukur kecuali *sulphemoglobin*, faktor kesalahannya sekitar $\pm 2\%$. Metode ini sudah banyak digunakan di beberapa rumah sakit atau klinik kesehatan (Norsiah, 2015)

3. Faktor yang mempengaruhi hasil pemeriksaan hemoglobin

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan hemoglobin adalah sebagai berikut (Mahode,2011) :

a. Bahan pemeriksaan

Bahan pemeriksaan meliputi: cara pengambilan spesimen, pengiriman spesimen, penyimpanan spesimen, dan persiapan sampel. Hal-hal yang perlu dihindari yaitu terbentuknya bekuan kecil pada sampel darah vena dengan antikoagulan karena pencampuran yang kurang sempurna serta kelebihan penambahan antikoagulan juga akan mengganggu analisis.

b. Tenaga laboratorium

Diharapkan petugas laboratorium harus menguasai alat dan teknik di bidang laboratorium.

c. Lingkungan

Dalam hal ini dapat berupa keadaan ruang kerja, cahaya, dan suhu kamar.

d. Alat pemeriksaan

Alat pemeriksaan bila tidak dilakukan perawatan secara rutin maupun kalibrasi maka akan mempengaruhi hasil pemeriksaan jumlah hemoglobin menjadi lebih tinggi atau menjadi rendah. Perawatan harian perlu dilakukan yaitu EZ *cleanser* untuk menghancurkan sisa bekuan atau sisa pembuangan darah yang tidak sempurna dan melakukan kalibrasi secara teratur dengan menggunakan kalibrator komersial atau sampel darah segar. Selain itu juga, perlu adanya pemahaman untuk menilai dan memilah kesalahan yang mungkin terjadi saat pengerjaan dengan metode *Automated Hematology Analyzer* ataupun Hb meter.

D. Transfusi Darah dan Komponen Darah

1. Pengertian pelayanan transfusi darah

Pelayanan transfusi darah adalah upaya pelayanan kesehatan yang meliputi perencanaan, pengerahan dan pelestarian pendonor darah, penyediaan darah, pendistribusian darah, dan tindakan (Kementerian Kesehatan, 2015).

2. Pengertian unit transfusi darah

Unit Transfusi Darah (UTD) adalah fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan donor darah, penyediaan darah, dan pendistribusian darah (Kementerian Kesehatan, 2015).

3. Pemeriksaan wajib terhadap komponen darah

Komponen darah yang dikirimkan ke Rumah Sakit untuk transfusi harus diperiksa terhadap golongan darah ABO dan Rhesus dan diuji saring terhadap

IMLTD. Uji saring IMLTD (Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah) meliputi pemeriksaan parameter HBs Ag (untuk pemeriksaan hepatitis B), anti HCV (untuk pemeriksaan hepatitis C), anti TP (untuk pemeriksaan sifilis) dan anti HIV (untuk pemeriksaan HIV). Uji saring Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) dilakukan untuk menghindari risiko penularan infeksi dari donor kepada pasien sedangkan pengujian serologi golongan darah merupakan upaya pengamanan darah yang sangat penting, oleh karena hanya darah donor yang cocok dan serasi dengan darah pasien yang dapat ditransfusikan. Penggolongan darah dan uji saring untuk pemenuhan persyaratan harus dilakukan oleh SDM yang terlatih menggunakan metoda, reagen dan peralatan yang telah divalidasi. Setiap penyumbangan dengan hasil uji saring IMLTD reaktif harus dipisahkan dan dimusnahkan sesegera mungkin (Kementerian Kesehatan, 2015).

4. Spesifikasi dan pengawasan mutu komponen darah

Spesifikasi komponen darah merupakan persyaratan minimal untuk setiap komponen darah dan proses pengolahan harus mampu menghasilkan komponen darah yang memenuhi persyaratan. Berdasarkan Permenkes No 91 Tahun 2015 Bab III Sub Bab 3.7 tentang spesifikasi dan pengawasan mutu komponen darah, parameter yang diperiksa untuk pengawasan mutu komponen darah *Whole Blood* (darah utuh) adalah sebagai berikut :

Tabel 1

Pengawasan Mutu Komponen Darah *Whole Blood*

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%

Parameter yang harus diperiksa	Dilakukan pada	Spesifikasi	Sampling	% QC yang dapat diterima
Volume (belum termasuk volume antikoagulan)	Kantong 450 mL	450 mL \pm 10%	1% dari total kantong minimal 4 per bulan	75%
	Kantong 350 mL	350 mL \pm 10%		
Haemoglobin	WB	Minimal 45 g per kantong	4 kantong per bulan	75%
	WB-LD	Minimal 43 g per kantong		
Haemolisis pada akhir masa simpan	Semua	<0,8% dari jumlah total sel darah merah	4 kantong per bulan	75%
Jumlah Leukosit	WB-LD	<1 x 10 ⁶ per kantong (LD)	1% dari total kantong minimal 10 per bulan	90%
Kontaminasi Bakteri	Semua	Tidak ada pertumbuhan	1% semua kantong	Merujuk pada grafik statistik pertumbuhan bakteri