

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Pengertian darah

Darah merupakan cairan yang terdapat di dalam pembuluh darah yang memiliki fungsi mengatur keseimbangan asam dan basa, mentransportasikan O₂, karbohidrat, dan metabolit, mengatur suhu tubuh dengan cara konduksi atau hantaran, membawa panas tubuh dari pusat produksi panas (hepar dan otot) untuk didistribusikan ke seluruh tubuh, dan pengaturan hormon dengan membawa dan mengantarkan dari kelenjar ke sasaran. Jumlah dalam tubuh bervariasi, tergantung dari berat badan seseorang. Pada orang dewasa, 1/13 berat badan atau kira-kira 4,5-5 liternya adalah darah. Faktor lain yang menentukan banyaknya darah adalah usia, pekerjaan, keadaan jantung, dan pembuluh darah (Syarifuddin, 2009).

Darah seperti yang telah didefinisikan dan yang dapat dilihat, adalah suatu cairan tubuh yang berwarna merah dan kental. Kedua sifat utama ini, yaitu warna merah dan kental, yang membedakan darah dari cairan tubuh lainnya. Kekentalan ini disebabkan oleh banyaknya senyawa dengan berat molekul yang berbeda, dari yang kecil sampai yang besar seperti protein, yang terlarut didalam darah. Warna merah, yang memberi ciri yang sangat khas bagi darah, disebabkan oleh senyawa berwarna merah yang terdapat dalam sel-sel darah merah yang tersuspensi dalam darah (Sadikin, 2002).

Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup, mulai dari hewan-manusia. Darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai pembawa O₂ (*oxygen 6 carrier*), mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi, dan mekanisme hemostasis (Bakta, 2006).

2. Komponen darah

Darah terdiri atas 2 komponen utama, yaitu sebagai berikut:

a. Plasma darah

Lebih dari separuh bagian dari darah merupakan cairan (plasma), yang sebagian besar mengandung garam-garam terlarut dan protein. Protein utama dalam plasma adalah albumin. Protein lainnya adalah antibodi (*immunoglobulin*) dan protein pembekuan. Selain itu plasma juga mengandung hormon, elektrolit, lemak, gula, mineral dan vitamin.

b. Butir-butir darah (*blood corpuscles*), yang terdiri atas:

1. Eritrosit : sel darah merah (SDM) - *red blood cell* (RBC).
2. Leukosit : sel darah putih (SDP) - *white blood cell* (WBC).
3. Trombosit : butir pembeku-*platelet*.

Plasma darah dikurangi protein pembekuan darah disebut sebagai serum (Bakta, 2006).

3. Karakteristik darah

Menurut Desmawati, (2013) karakteristik umum darah meliputi warna, viskositas, pH, volume, dan komposisinya:

1. Warna

Darah arteri bewarna merah muda karena banyak O₂ yang berkaitan dengan hemoglobin dalam sel darah merah. Darah vena bewarna merah gelap/tua karena kurang O₂ dibandingkan dengan darah arteri.

2. Viskositas

Viskositas darah $\frac{3}{4}$ lebih tinggi dari pada viskositas air yaitu sebesar 1.048-1.006.

3. pH

pH darah bersifat alkaline dengan pH 7.35-7.45 (netral 7.00).

4. Volume

Pada orang dewasa volume darah sekitar 70-75 ml/kg BB, atau sekitar 4-5 liter.

Menurut Sadikin (2002) Secara garis besar dapat dikatakan, bahwa fungsi darah ialah sebagai sarana transpor, alat homeostasis, dan alat pertahanan. Namun secara umum fungsi darah dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Alat transpor makanan, yang diserap dari saluran cerna dan diedarkan ke seluruh tubuh.
2. Alat transpor O₂, yang diambil dari paru-paru untuk dibawa keseluruh tubuh.
3. Alat transpor bahan buangan dari jaringan ke alat-alat ekskresi untuk diteruskan ke empedu dan saluran cerna sebagai tinja.
4. Sebagai alat transpor antar jaringan dari bahan-bahan yang dibutuhkan oleh suatu jaringan dibuat oleh jaringan lain.
5. Mempertahankan homeostasis dalam tubuh, termasuk didalamnya adalah mempertahankan suhu tubuh, mengatur keseimbangan distribusi air dan

mempertahankan keseimbangan asam-basa sehingga pH yang dimiliki darah dan cairan tubuh lainnya tetap dalam keadaan yang seharusnya. Mempertahankan tubuh dari agresi benda atau senyawa asing yang umumnya dianggap mempunyai potensi menimbulkan ancaman (Sadikin, 2002).

B. Hemoglobin

Hemoglobin merupakan bagian dari eritrosit yang terdiri dari komponen heme dan globin. Heme merupakan gabungan *protoporfirin* dengan besi (Fe), sedangkan globin merupakan protein yang terdiri atas dua rantai alfa dan dua rantai beta. Hemoglobin berfungsi untuk mengikat O₂, satu gram hemoglobin akan bergabung dengan 1,34 ml O₂, terdapat sekitar 300 molekul hemoglobin terkandung dalam satu sel eritrosit. Tugas akhir hemoglobin adalah menyerap karbondioksida dan ion hidrogen serta membawanya ke paru tempat zat-zat tersebut dilepaskan dari hemoglobin. Terdapat paling sedikit 100 jenis molekul hemoglobin abnormal yang diketahui terdapat pada manusia, yang terbentuk akibat berbagai mutasi. Sebagian besar hemoglobin bermutasi karena molekul hemoglobin membawa O₂ lebih sedikit dari hemoglobin normal (Nugraha, 2002).

1. Fungsi hemoglobin

Fungsi hemoglobin adalah mengangkut O₂ dari paru dan dalam peredaran darah untuk dibawa ke jaringan. Ikatan hemoglobin dengan O₂ disebut oksihemoglobin (HbO₂). Disamping O₂, hemoglobin juga membawa karbon monoksida dan dengan karbon monoksida membentuk ikatan karbon monoksihemoglobin (HbCO), juga berperan dalam keseimbangan pH darah.

Sintesis hemoglobin terjadi selama proses eritropoiesis, pematangan sel darah merah akan mempengaruhi fungsi hemoglobin (Desmawati, 2013).

2. Sintesis hemoglobin

Fungsi utama sel darah merah adalah mengangkut O₂ ke jaringan dan mengembalikan CO₂ dari jaringan ke paru-paru. Dalam pertukaran gas ini, sel darah merah mengandung protein spesial yaitu hemoglobin. Tiap sel darah mengandung sekitar 640 juta molekul Hb. Akumulasi besi oleh eritroblas dimulai pada awal perkembangannya. Besi diambil kedalam feritin eritroblas, disimpan dan akan dilepas untuk sintesis Hb selama perkembangan eritroid berikutnya. Saat sel darah merah menjadi retikulosit, ambilan besi dan sintesis Hb akan berhenti. Ambilan besi oleh eritroblas ditentukan oleh kadar reseptor transferin pada permukaan sel. Reseptor transferin kembali ke sirkulasi dengan berkembangnya eritrosit atau sel darah merah, dimana kadarnya dapat diukur. Pengukuran kadar reseptor transferin pertama dikembangkan sebagai marker pengganti untuk hitung jumlah retikulosit. Pengukuran kadar reseptor transferin dapat membedakan anemia defisiensi besi dan anemia penyakit kronik. Pada anemia defisiensi besi, terjadi peningkatan eritropoiesis yang menyebabkan reseptor transferin dilepaskan ke dalam plasma. Pada pasien anemia penyakit kronik, eritropoiesis yang tidak efektif akan berkurang (Desmawati, 2013).

Defisiensi besi fungsional mengakibatkan produksi sel darah merah menjadi hipokrom. Sel yang hipokrom tidak hanya sebagai akibat defisiensi besi fungsional tapi dapat disebabkan oleh berkurangnya sintesis Hb dengan bermacam penyebab (Desmawati, 2013).

3. Peningkatan dan penurunan hemoglobin

Peningkatan kadar hemoglobin tergantung oleh lamanya reksia, juga tergantung dari respons individu yang berbeda-beda. Kerja fisik yang berat juga dapat menaikkan kadar hemoglobin, hal ini disebabkan masuknya sejumlah eritrosit yang disimpan di dalam kapiler-kapiler ke peredaran darah atau karena hilangnya plasma (Bakta, 2006).

Kadar hemoglobin dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu usia, jenis kelamin, kehamilan, menstruasi, asupan makanan, kebiasaan minum teh atau kopi (dapat menurunkan penyerapan besi), kebiasaan merokok dan penyakit infeksi. Ada beberapa masalah klinis yang menyebabkan penurunan kadar hemoglobin seperti anemia, kanker, penyakit ginjal, pemberian cairan intravena berlebihan dan penyakit atau infeksi kronis, juga pemberian obat-obatan dalam waktu yang lama seperti *antibiotika, aspirin, sulfonamide, primaquin, kloroquin*.

4. Ikatan hemoglobin dengan oksigen (O₂)

Kemampuan hemoglobin mengikat O₂ adalah lemah dan secara kimia. Kemampuan ini berhubungan dengan respirasi. Fungsi primer hemoglobin dalam tubuh tergantung pada kemampuan untuk berikatan dengan O₂ dalam paru-paru dan kemudian mudah melepas O₂ ini ke kapiler jaringan tempat tekanan gas O₂ jauh lebih rendah daripada dalam paru-paru (Sadikin, 2002).

5. Ikatan hemoglobin dengan karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida bereaksi dengan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin HbCO. Afinitas hemoglobin untuk O₂ jauh lebih rendah daripada afinitasnya terhadap karbon monoksida, sehingga (CO) dapat menggantikan O₂ pada hemoglobin dan menurunkan kapasitas darah sebagai pengangkut O₂.

Afinitas (CO) terhadap hemoglobin adalah 210 kali tinggi daripada afinitas O₂ terhadap hemoglobin, akibatnya jika (CO) dan O₂ terdapat bersama-sama, maka akan terbentuk HbCO dalam jumlah jauh lebih banyak dari pada HbO₂ (Nugraha, 2002).

Jika hal ini terjadi berkelanjutan, maka tubuh akan mengkompensasi dengan cara meningkatkan proses eritropoiesis sebagai usaha untuk meningkatkan kadar hemoglobin untuk mengangkut O₂ lebih banyak, dengan demikian kadar hemoglobin akan meningkat dan menjadi lebih tinggi dari nilai normalnya. Salah satu penyebab meningkatnya kadar (CO) dalam darah yaitu menghirup asap.

6. Kadar hemoglobin

Jumlah Hb dalam darah normal adalah kira-kira 15 gram setiap 100 ml darah. Kadar Hb dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, ketinggian tempat tinggal, kebiasaan merokok, kehamilan, dan kekurangan nutrisi.

Adapun nilai rujukan kadar hemoglobin berdasarkan jenis kelamin dan usia seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 1
Kadar hemoglobin darah

| Kategori | Nilai Rujukan (g/dl) |
|-----------------|-----------------------------|
| Bayi baru lahir | 14-24 g/dl |
| Bayi | 10-17 g/dl |
| Anak | 11-26 g/dl |
| Pria Dewasa | 13,5-17 g/dl |
| Wanita Dewasa | 12-15 g/dl |

(Sumber: Nugraha,G.,Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar,2015).

7. Dampak gas karbon monoksida (CO) terhadap manusia

Gas (CO) dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan juga dapat menyebabkan kematian. Gas (CO) apabila terhisap ke dalam paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan menghalangi masuknya O₂ yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas (CO) bersifat racun metabolis, ikut bereaksi secara metabolis dengan darah menjadi karboksihemoglobin (COHb). Ikatan karboksihemoglobin jauh lebih stabil dari pada ikatan O₂ dengan darah (oksihemoglobin). Keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap (CO) dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut O₂ terganggu. Konsentrasi CO₂ di udara sekitar 80 ppm dan konsentrasi COHb dalam darah sekitar 13%, maka seseorang akan sulit bernapas, bila konsentrasi semakin tinggi serta terjadi dalam waktu lama dapat berakibat seseorang pingsan bahkan-kematian. Keracunan kronis akan mengakibatkan gangguan syaraf pusat dengan gejala fisik dan gangguan mental (Yulianti, 2013).

8. Hubungan paparan asap pembakaran sate terhadap pemeriksaan hemoglobin

Paru merupakan sumber pemaparan yang umum, tetapi tidak seperti kulit, jaringan paru merupakan barrier yang sangat protektif terhadap paparan bahan kimia. Fungsi utama paru adalah pertukaran antara O₂ dan udara ke dalam darah, dengan karbondioksida dari darah ke udara yang mengakibatkan jaringan paru yang sangat

tipis memungkinkan aliran langsung bukan saja O₂, tetapi berbagai jenis zat kimia lain ke dalam darah (WHO, 2006).

Asap pembakaran daging misalnya asap sate, mengandung zat-zat berbahaya di dalamnya seperti hidrokarbon, karbondioksida, karbon monoksida, dan lain-lain yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan tubuh, seperti mengganggu fungsi kerja darah. Salah satu kandungan zat pencemar udara dalam asap pembakaran sate adalah (CO), yang merupakan zat paling berpengaruh terhadap darah dan komponen-komponen darah dalam tubuh (Lamhot SF, 2012).

C. Metode Menetapkan Kadar Hemoglobin

1. Metode sahli

Pada cara ini hemoglobin menjadi hematin asam, kemudian warna yang terjadi dibandingkan dengan secara visual dengan standar dalam alat. Cara sahli bukanlah cara yang teliti. Cara ini kurang baik karena tidak semua hemoglobin dapat diubah menjadi asam hematin misalnya karboksihemoglobin, methemoglobin dan sulfhemoglobin. Hasil pemeriksaan dipengaruhi oleh faktor subjektivitas, warna standar pudar, dan penyinaran. Faktor kesalahan mencapai 5%-10% (Gandosoebrata, 1969).

2. Metode sianmethemoglobin

Prinsip dari metode sianmethemoglobin adalah heme dioksidasi oleh kalium ferrisianida menjadi methemoglobin kemudian methemoglobin bereaksi dengan ion

sianida membentuk sianmethemoglobin yang berwarna coklat, kemudian absorbansi diukur dengan kolorimeter atau spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Pemeriksaan kadar hemoglobin dengan metode sianmethemoglobin menggunakan larutan drabkins dengan komposisi kalium ferrisianida yang berfungsi untuk mengikat heme menjadi methemoglobin, dan ion sianida yang mengubah methemoglobin menjadi sianmethemoglobin. Metode sianmethemoglobin lebih akurat jika dibandingkan dengan metode sahli, dengan faktor kesalahan $\pm 2\%$ (Norsiah, 2015).

3. Metode Flow Cytometry

Pemeriksaan hitung kadar hemoglobin metode otomatis menggunakan alat *Hematology Analyzer*. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip *flow cytometry*, yaitu metode pengukuran jumlah dan sifat-sifat sel yang dialirkan oleh aliran cairan melalui celah sempit. Ribuan sel dialirkan melalui celah tersebut sedemikian rupa sehingga sel dapat lewat satu per satu, kemudian dilakukan perhitungan jumlah sel dan ukurannya (Puspitasari, 2016).

D. Anemia

1. Pengertian anemia

Anemia adalah suatu keadaan dimana kadar hemoglobin menurun sehingga tubuh akan mengalami hipoksia sebagai akibat kemampuan kapasitas pengangkut O_2 dari darah berkurang (Supandiman, 1997).

Anemia bukan merupakan diagnosis akhir dari suatu penyakit akan tetapi selalu merupakan salah satu gejala dari suatu penyakit dasar. Oleh karenanya apabila

menentukan adanya anemia maka menjadi kewajiban kita selanjutnya menentukan etiologi dari anemi (Supandiman, 1997).

2. Klasifikasi anemia

Klasifikasi menurut Desmawati (2004), sebagai berikut:

a. Anemia aplastik

Disebabkan karena cedera pada sel induk darah, sel yang belum matang dalam sumsum tulang

b. Anemia difisiensi besi

Penurunan jumlah sel darah merah dalam yang disebabkan oleh zat besi yang terlalu sedikit.

c. Anemia megaloblastik

Penurunan sel darah merah yang terjadi ketika tubuh tidak dapat menyerap dengan baik vitamin B12 dari saluran pencernaan.

d. Anemia hemolitik

Anemia yang disebabkan karena kerusakan dini sel-sel darah merah.

3. Tanda dan gejala anemia

Menurut Desmawati (2014) Hilangnya sel darah merah secara mendadak dapat menyebabkan 2 masalah:

a. Tekanan darah menurun karena jumlah cairan dalam pembuluh darah berkurang.

b. O₂ akan menurun karena jumlah sel darah merah mengangkut O₂ berkurang.

Pada kedua masalah tersebut dapat menyebabkan serangan jantung, stroke dan kematian. Anemia ringan-berat yang mempunyai gejala bervariasi.

Anemia bisa tidak menimbulkan gejala atau bisa menyebabkan:

- a. Pingsan.
- b. Pusing.
- c. Haus.
- d. Berkeringat.
- e. Denyut nadi yang lemah dan cepat.
- f. Pernapasan yang cepat.

4. Penyebab-penyebab terjadinya anemia:

- a. Perdarahan.
- b. Usia.
- c. Persalinan.
- d. Kekurangan zat besi.
- e. Penyakit kronik.
- f. Kekurangan vitamin B12.
- g. Kekurangan asam folat.
- h. Keracunan obat.

E. Karbon monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah gas tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa dan tidak mengiritasi, mudah terbakar dan sangat beracun. Gas Karbon monoksida merupakan bahan yang umum ditemui di industri. Gas ini merupakan hasil pembakaran tidak sempurna dari kendaraan bermotor, alat pemanas, peralatan yang

menggunakan bahan api berasaskan karbon dan nyala api (seperti tungku kayu), asap dari kereta api, pembakaran gas, asap tembakau (BadanPOM, 2004).

Karbon monoksida sangat berbahaya (beracun) gas (CO) disebut sebagai “*silent killer*” (pembunuh diam-diam). Keberadaan gas (CO) akan sangat berbahaya jika terhirup oleh manusia karena gas itu akan menggantikan posisi O₂ yang berkaitan dengan hemoglobin dalam darah. Gas (CO) akan mengalir ke dalam jantung, otak, serta organ vital. Ikatan antara (CO) dan hemoglobin membentuk karboksihemoglobin yang jauh lebih kuat 200 kali dibandingkan dengan ikatan antara O₂ dan hemoglobin yang mengakibatkan sangat fatal. Pertama, O₂ akan kalah bersaing dengan (CO) saat berikatan dengan molekul hemoglobin. Kadar O₂ dalam darah akan berkurang. Seperti yang diketahui O₂ sangat diperlukan oleh sel-sel dan jaringan tubuh untuk melakukan fungsi metabolisme. Kedua, gas (CO) akan menghambat kompleks oksidasi sitokrom. Gas(CO) menyebabkan respirasi intraseluler menjadi kurang efektif. Terakhir, (CO) dapat berikatan secara langsung dengan sel otot jantung dan tulang. Efek paling serius adalah terjadi keracunan secara langsung terhadap sel-sel tersebut, juga menyebabkan gangguan pada sistem saraf (Hadiyani, 2010).

Bahaya utama terhadap kesehatan adalah mengakibatkan gangguan pada darah, Batas pemaparan karbon monoksida yang diperbolehkan oleh OSHA (Occupational Safety and Health Administration) adalah 35 ppm untuk waktu 8 jam/hari kerja, sedangkan yang diperbolehkan oleh ACGIH TLV-TWV adalah 25 ppm untuk waktu 8 jam. Kadar yang dianggap langsung berbahaya terhadap kehidupan atau kesehatan adalah 1500 ppm (0,15%). Paparan dari 1000 ppm (0,1%) selama beberapa menit

dapat menyebabkan 50% kejenuhan dari karboksi hemoglobin dan dapat berakibat fatal (Hadiyani, 2010).

Gejala-gejala klinis dari saturasi darah oleh karbon monoksida dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2
Gejala-gejala klinis yang disebabkan oleh karbon monoksida

| Konsentrasi (CO) dalam darah | Gejala-Gejala |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kurang dari 20% | Tidak ada gejala |
| 20% | Nafas menjadi sesak |
| 30% | Sakit kepala, lesu, mual, nadi dan pernafasan sedikit meningkat |
| 30-40% | Sakit kepala berat, kebingungan, hilang daya ingat, lemah, hilang daya koordinasi gerakan |
| 60-70% | Tidak sadar, kehilangan daya mengontrol feses dan urin |
| 70-89% | Koma, nadi menjadi tidak teratur, kematian karena kegagalan pernapasan |

(Sumber : *BadanPOM*, 2004).