

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum Tentang Kadar Hemoglobin**

##### **1. Pengertian**

Hemoglobin adalah protein yang kaya dengan zat besi di dalam sel darah merah yang berfungsi sebagai pengangkut oksigen. hemoglobin memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu dibentuk oksihemoglobin dalam sel darah merah (Giri Wiarto, 2013).

Hemoglobin dapat mengikat zat-zat di antaranya karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO) dan asam karbonat yang terionisasi. hemoglobin berfungsi membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru. fungsi ini tergantung pada jumlah hemoglobin yang terkandung dalam sel darah merah (Zulfrianingrum, 2016).

Hemoglobin merupakan suatu protein tetrametik eritrosit yang mengikat molekul bukan protein besi yang disebut heme. hemoglobin mempunyai dua fungsi pengangkut penting dalam tubuh manusia, yaitu mengangkat oksigen ke jaringan dan mengangkut karbon dioksida dan potasium dari jaringan perifer ke organ respirasi. nilai batas kadar hemoglobin menurut *World Health Organisasi* (WHO, 2001) yaitu untuk umur 5-11 tahun >11,5 g/dL, umur 12-14 tahun ≤ 12,0 g/dL, sedangkan diatas 15 tahun untuk perempuan > 12,0 g/dL dan laki-laki > 13,0 g/dL (Gunadi dkk, 2016).

##### **2. Fungsi Hemoglobin**

Hemoglobin berfungsi sebagai pembawa oksigen (CO<sub>2</sub>) dalam jaringan-jaringan tubuh dengan cara mengambil oksigen dari paru-paru untuk di bawa ke seluruh tubuh, kemudian mengambil karbon dioksida dari jaringan sebagai hasil metabolisme untuk di bawa ke paru-paru untuk dibuang. Jika jumlah hemoglobin berkurang tentu fungsi tersebut terganggu, dan berfungsi untuk menjaga darah pada PH seimbang (Herawati, 2016).

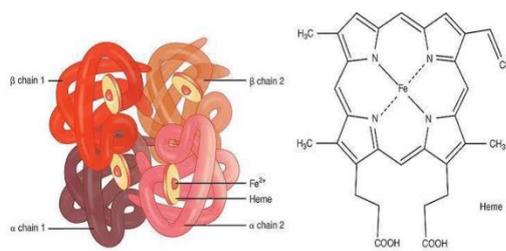
### 3. Struktur Hemoglobin

Molekul hemoglobin terdiri dari dua struktur, yaitu heme dan globin, serta struktur tambahan yaitu:

#### 1) Heme

Struktur ini melibatkan empat atom besi dalam bentuk  $Fe^{2+}$  dikelilingi oleh cincin protopofirin IX, karena zat besi dalam bentuk  $Fe^{3+}$ , tidak dapat mengikat oksigen. portopofirin hasil dari interaksi suksinil ezim A dan asam delta-aminolevulinat di dalam mitokondria dari eritrosit berinti. dengan pembentukan beberapa produk antara lain yaitu porfobilinon, uroporfirinegon, dan copropofirin. besi bergabung dengan portopofirin untuk membentuk heme molekul lengkap. cacat pada salah satu produk yang dapat merusak fungsi hemoglobin (Rukman, 2014).

Besi adalah elemen yang banyak terdapat didalam tubuh. sekitar 65% dari 400 mg besi yang *north* terdapat di dalam tubuh (60 mg/kg pada laki-laki dan 50 mg/kg pada perempuan) terikat ke heme. Penyerapan besi diatur oleh usus, yang mengizinkan penyerapan besi secukupnya untuk mengganti kehilangan tanpa menyebabkan penyerapan berlebihan.



**Gambar 1.** Struktur hemoglobin

Sumber : (Sofro,Darah, 2012)

#### 2) Globin

Terdiri dari asam amino yang dihubungkan bersama untuk membentuk polipeptida. hemoglobin dewasa terdiri atas rantai alfa dan rantai beta. rantai alfa memiliki 141 asam amino, sedangkan rantai beta memiliki 146 asam amino. heme dan globin dari molekul hemoglobin dihubungkan dengan ikatan kimia (Ramadhani, 2018).

### 3) Struktur tambahan

Struktur tambahan yang mendukung molekul hemoglobin adalah 2,3 difosfoglisarat (2,3-DPG), suatu zat yang dihasilkan melalui jalur *emden-meyerhof* yang anaerob selama proses glikolisis. Struktur ini berhubungan erat dengan afinitas oksigen dari hemoglobin (Rukman, 2014).

## 4. Pembentukan Hemoglobin

Sel darah merah atau eritrosit adalah jenis sel darah merah yang paling banyak dan berfungsi membawa oksigen ke jaringan-jaringan tubuh lewat darah. bagian dalam eritrosit terdiri dari hemoglobin, sebuah biomolekul yang dapat mengikat oksigen. sel darah merah sendiri berasal dari warna hemoglobin yang unsur pembuatanya adalah zat besi. pada manusia sel darah merah dibuat disumsum tulang belakang lalu membentuk kepingan bikonkaf (Nurnia, 2013).

Sel darah manusia dibuat dalam sumsum. proses *eritropesis* dimulai dari sel induk *multipotensial*. dari beberapa sel induk *multipotensial* terbentuk sel-sel induk *unipotensial* yang masing-masing membentuk satu jenis sel misalnya eritrosit. proses pembentukann eritrosit ini disebut *eritropoesis*. sel induk *unipotensial* akan mulai bermitosis berdiferensiasi menjadi sel eritrosit bila mendapat rangsangan *eritropoetion*. selain merangsang proliferasi sel induk *unipotensia eritropoetion* juga merangsang mitosis lebih lanjut sel *promonoblas*, *normoblas basofilik*, dan *normoblas polikromatofil*. sel eritrosit termuda yang tidak berinti yang disebut retikulosit yang kemudian berubah menjadi eritrosit. dalam proses pembentukan sel darah merah, rangsangan oleh *eritropoetin* dalam jumlah yang amat kecil saja akan merangsang sel *unipotensial* yang *committed* untuk segera membelah diri dan berdiferensiasi menjadi *proeritroblas* (Besuni, 2013).

Adapun dua proses memegang peranan utama dalam proses pembentukan eritrosit dari sel induk *unipotensial* yaitu pembentukan *deoxyribo nucleic acid* (DNA) dalam inti sel dan pembentukan

hemoglobin dalam plasma eritrosit. sedangkan pembentukan sitoplasma sel dan hemoglobin terjadi bersamaan dengan proses pembentukan DNA dalam inti sel. seperti yang dikemukakan sebelumnya, hemoglobin merupakan unsur terpenting dalam plasma eritrosit. molekul hemoglobin terdiri dari globin, *protoporfuin*, dan besi. gangguan produk diglobin hanya terjadi karena kelainan gen (Thalassema, penyakit HbF, penyakit Hb C, D, E, dan sebagainya). bila semua unsur yang diperlukan untuk memproduksi eritrosit (eritropoetin, B12, asam folat, Fe) terdapat jumlah yang cukup, maka proses pembentukan eritrosit dari *pronoblas normoblas polikromatofil* memerlukan waktu 2-4 hari, selanjutnya proses perubahan retikulosit menjadi eritrosit memakan waktu 2-3 hari, dengan demikian seluruh proses pembentukan eritrosit dari *pronormoblas* dalam keadaan normal memerlukan waktu 5 hari. kekurangan enzim akan menyebabkan eritrosit tidak dapat bertahan cukup lama dan menyebabkan umur eritrosit tadi kurang dari 120 hari. adapun enzim yang berperan penting yaitu prorivat kinase dan glucose fosfat dehidrokinase (G6PD). definisi kedua tadi disebabkan adanya kelainan gen dalam kromosom (Haryanto, 2010).

Menurut Guyton (2011) proses pembentukan atau sintesis hemoglobin ini membutuhkan waktu kurang lebih 7-14 hari hingga menjadi matang dan siap diedarkan keseluruh tubuh dengan sel darah merah, dimana kadar hemoglobin berada di dalam sel darah merah dan masa hidupnya pun sama halnya dengan masa hidup sel darah merah yaitu sekitar 20 hari.

## 5. Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin adalah jumlah total hemoglobin dalam pembuluh darah perifer dan menggambarkan jumlah total sel darah merah yang terdapat di dalam darah. kadar hemoglobin dihitung dengan satuan gram per 100 ml darah. pengukuran kadar hemoglobin dalam darah adalah salah satu uji laboratorium klinis yang sering dilakukan. pengukuran kadar hemoglobin digunakan untuk melihat kapasitas darah dalam membawa oksigen ke sel-sel di dalam tubuh. pemeriksaan kadar hemoglobin

merupakan indikator yang menentukan seseorang menderita anemia atau tidak. gram hemoglobin per desiliter darah adalah indeks yang menyatakan kapasitas darah untuk mengangkut oksigen pengukuran hemoglobin di dalam darah utuh merupakan cara yang paling banyak di gunakan sebagai tes skrining anemia.

## 6. Nilai Normal Hemoglobin

Menurut (nugraha 2017), nilai normal atau nilai rujukan hemoglobin (Hb) antara lain:

- a. Bayi baru lahir : 14-24 g/dl
- b. Bayi : 10-17 g/dl
- c. Anak : 11-16 g/dl
- d. Laki-laki dewasa : 13 -17 g/dl
- e. Perempuan dewasa : 12-16 g/dl

## 7. Factor-faktor Yang Mempengaruhi Hemoglobin

Kadar hemoglobin banyak dipengaruhi oleh banyak factor antara lain usia, jenis kelamin, aktivitas fisik, status gizi dan gaya hidup seperti:

### a. Menstruasi

Kehilangan zat besi diatas rata-rata dapat terjadi pada remaja putri dengan pola menstruasi dengan jangka waktu yang panjang dan jumlah banyak. Pola menstruasi meliputi frekuensi menstruasi, lama menstruasi dan frekuensi ganti pembalut. pola menstruasi dikatakan normal apabila frekuensi haid atau menstruasi sebulan sekali, lama menstruasi 6 hari dan ganti pembalut 5 kali sehari. Sedangkan dikatakan tidak normal apabila frekuensi lebih dari sebulan sekali, lamanya haid lebih dari 6 hari dan ganti pembalut 5 kali sehari (Pratiwi, 2016).

### b. Aktivitas fisik

Dapat mempengaruhi terjadinya penurunan atau peningkatan hemoglobin (Fadlilah, 2018). aktivitas fisik di bedakan menjadi tiga jenis ialah ringan, sedang serta berat adalah aktivitas yang melibatkan semua gerakan badan menjadi pengaruh hemoglobin yaitu volume

plasma, hemolisis intravaskular, serta keseimbangan pH (Ningsih dkk, 2019).

c. Riwayat penyakit

Setiap kondisi medis jangka panjang dapat menyebabkan anemia. mekanisme yang tepat dari proses ini tidak diketahui, tetapi setiap berlangsung lama dan kondisi medis yang berkelanjutan seperti infeksi kronis atau kanker dapat menyebabkan anemia (Proverawati, 2011).

d. Gaya hidup

Gaya hidup yang berarti kebiasaan atau perilaku merokok serta konsumsi zat penghambat dalam penyerapan zat besi (Fe). zat penghambat penyerapan zat besi antara lain produk teh, kopi, kacang kedelai yang mengandung kafein, tanin, oksalat serta fitat (Fadlilah, 2018).

Sedangkan menurut (Nidianti dkk, 2019) factor lain yang dapat mempengaruhi kadar Hb yaitu:

1) Nutrisi

Mengonsumsi nutrisi atau suplemen besi dapat menjadi faktor yang meningkatkan produksi SDM menjadikan Hb naik.

2) Factor kesehatan

Kesehatan yang stabil menjadikan hemoglobin yang normal maka sangat diperlukan kesehatan untuk menjaga daya tahan tubuh untuk tetap sehat.

3) Factor genetic serta penyakit kronis

Penyakit atau kelainan genetik pada masing-masing orang akan mempengaruhi seperti anemia yang paling banyak dialami ibu hamil akan berakibat pada kondisi janin serta proses bersalin.

## **8. Hal-hal Yang Harus Diperhatikan Dalam Melakukan Pemeriksaan Hemoglobin**

Tahap Pra analitik terdiri atas dua persiapan yaitu persiapan pasien dan persiapan sampel. persiapan pasien meliputi pengambilan sampel darah harus dicegah terjadinya hemolisis, sedangkan persiapan sampel meliputi pemeriksaan sampel darah dan penyimpanan sampel darah pada suhu kamar dengan stabilitas 6 jam. tahap analitik meliputi jenis peralatan yang digunakan, metode pemeriksaan, user (manusia/analisis) dan cara mengerjakan sampel. pada tahap pasca analitik meliputi pencatatan hasil pemeriksaan, verifikasi hasil dan penyerahan hasil kepada pasien (Octaviani, ddk 2019).

## **9. Pemeriksaan hemoglobin**

Pemeriksaan kadar hemoglobin termasuk salah satu pemeriksaan darah rutin yang dibutuhkan untuk mendiagnosis suatu penyakit, yaitu untuk mengetahui ada tidaknya gangguan kesehatan pasien, misalnya kekurangan hemoglobin biasa disebut anemia atau perkembangan penyakit berhubungan dengan anemia dan polisitemia (Hoffbrand, 2013).

Pemeriksaan hemoglobin dilakukan dengan beberapa metode seperti metode cuprisulfat, metode *point of care testing* (POCT), metode sahli dan masih banyak lagi, sianmethemoglobin yang dapat dilakukan dengan cara manual maupun cara otomatis (Norsiah, 2015).

## **10. Metode pemeriksaan kadar hemoglobin**

Beberapa cara pemeriksaan hemoglobin yang dilakukan adalah :

### **a. Metode *point of care testing* (POCT)**

Metode POCT merupakan metode pemeriksaan sederhana menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit, mudah, cepat serta efektif untuk dilakukan di daerah-daerah dengan jumlah fasilitas kesehatan seperti puskesmas dan rumah sakit yang relatif sedikit. pemeriksaan metode POCT yaitu diletakkan pada alat, ketika darah

diteteskan pada zona reaksi test strip, katalisator hemoglobin akan mereduksi hemoglobin dalam darah (Faatih, sariadji, susanti, 2017).

b. Metode Cuprisulfat

Metode Cuprisulfat adalah mengukur kadar hemoglobin berdasarkan perbedaan berat jenis,  $\text{CuSO}_4$  yang digunakan berat jenis 1,100. penetapan kadar Hb metode ini dilakukan dengan cara meneteskan darah pada wadah atau gelas yang berisi larutan  $\text{CuSO}_4$  dengan BJ 1,051 sehingga darah akan terbungkus tembaga proteinase, yang mencegah perubahan berat jenis dalam 15 menit. Jika darah tenggelam dalam waktu 15 detik, maka kadar Hb lebih dari 12,5 g/dl. jika darah menetap ditenga-tengah atau muncul kembali kepermukaan, maka kadar Hb kurang dari 12,5 g/dl. Jika tetesan tenggelam secara perlahan makahasil di ragukan maka perlu dilakukan pemeriksaan ulang. metode ini bersifat kualitatif, sehingga penetapan kadar Hb ini pada umumnya hanya digunakan untuk penetapan kadar Hb pada pendonor atau pemeriksa yang bersifat masal (Nugraha, 2015).

c. Metode sahli

Prinsip darah yang di reaksikan dengan HCl akan membentuk asam hematin dengan warna coklat, warna yang terbentuk di sesuaikan pada standar dengan cara diencerkan menggunakan aquades. merupakan pemeriksaan Hb yang didasarkan atas pembentukan warna (Visuali saat Aukalorimetri). Pemeriksaan ini masih sering dilakukan pada beberapa laboratorium klik kecil dan puskesmas karena memerlukan alat yang sederhana, namun pemeriksaan ini memiliki kesalahan hasil mencapai 15% sampai 30% beberapa factor kesalahan tersebut terjadi karena pada metode ini tidak semua hemoglobin diubah menjadi asam hematin seperti methemoglobin sulfhemoglobin dan karboksihemoglobin (Nugraha, 2015).

## B. Tinjauan Umum Tentang Darah

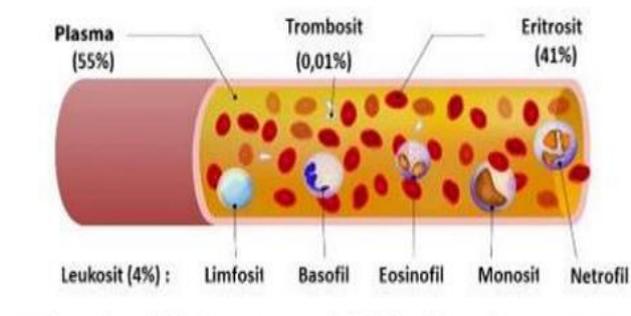
### 1. Penegertian Darah

Darah merupakan komponen dari cairan, sel-sel dan partikel yang meyerupai sel yang mengalir dalam arteri, kapiler dan vena yang mengirimkan oksigen dan zat-zat gizi kejaringan dan membawa karbon dioksida dan hasil limbah lainnya (Jitowiyono S, 2018).

Darah merupakan cairan tubuh yang sangat vital bagi kehidupan manusia, yang bersikulasi dalam jantung dan pembuluh darah darah membawa oksigen dan nutrisi bagi seluruh sel darah dalam tubuh serta mengangkut produk-produk hasil metabolisme sel. darah berada didalam suatu pembuluh darah arteri maupun vena, dan merupakan sebagian dari system organ tubuh manusia yang berperan penting bagi kelangsungan hidup manusia. volume darah total dalam tubuh manusia dewasa adalah berkisar 3,6 liter (Wanita) dan 4,5 liter (Pria) (Firani, 2018).

Didalam tubuh mengandung sel-sel darah serta cairan yang disebut plasma darah yang berisi berbagai zat nutrisi maupun substansi lainnya. Sekitar 55% darah merupakan komponen cairan atau plasma, sisanya yang 45% adalah komponen sel-sel darah yang paling bayak adalah sel darah merah atau eritrosit yaitu jumlah 41% rasio volume sel-sel darah terhadap volume darah total disebut hematokrit (Hct). Lebih dari 99% hematocrit di bentuk olet eritrosit (Khila, 2018).

### 2. Sel-sel Darah



**Gambar 2.1** Komponen Sel-Plasma Darah  
Sumber : (Firani, 2018).

Komponen darah meliputi komponen sel dan komponen plasma yang berisi berbagai zat nutrisi serta substansi lain. komponen sel sekitar 45%, sedangkan komponen plasma sekitar 55%. eritrosit atau sel darah merah dengan jumlah 41% ialah komponen sel yang melimpah (Gambar 2.1) (Firani, 2018).

### **3. Fungsi Fisiologis Darah**

Fungsi darah mengangkut oksigen untuk seluruh tubuh. darah juga membawa nutrisi serta zat-zat metabolisme. darah sangat berperan mentransmisikan sinyal dengan mengangkut berbagai macam hormon menuju organ target (Firani, 2018).

### **4. Hubungan darah vena dan kapiler terhadap pemeriksaan kadar hemoglobin**

Darah kapiler adalah darah yang didapat dari pembuluh kapiler yang sangat kecil dimana pembuluh kapiler berakhir. makin kecil arteriol makin menghilang laisdindingnya sehingga ketika sampai pada kapiler yang sehalus rambut, dinding itu tinggal satu lapis saja yaitu lapis endotolium. lapisan yang sangat tipis itu memungkinkan limfe merembes keluar membentuk cairan jaringan membawa air, mineral dan zat makanan untuk sel, menyediakan oksigen dan menyingkirkan bahan buangan termasuk karbondioksida. darah vena membawa pembuluh darah yang membawa darah dari bagian tubuh yang masuk ke dalam jantung. pada umumnya darah vena banyak mengandung gas CO<sub>2</sub>. pembuluh darah kapiler pada umumnya meliputi sel-sel jaringan, oleh karena itu secara langsung berhubungan dengan sel. susunan darah dalam kapiler dan vena berbeda-beda. darah vena berwarna lebih tua dan agak ungu karena banyak dari oksigennya sudah diberikan kepada jaringan. darah dalam kapiler terus menerus berubah susunan dan warnanya karena terjadi pertukaran gas (Rosidah, 2016).

### **C. Tinjauan Umum Tentang Metode *Point Of Care Testing* ( POCT)**

#### 1. Prinsip Kerja Metode POCT

Pemeriksaan POCT kimia menggunakan teknologi biosensor. Teknologi biosensor muatan listrik yang yang dihasilkan oleh interaksi kimia antara zat tertentu dalam darah dan zat kimia pada reagen kering (*strip*) akan diukur dan dikonversi menjadi angka yang sesuai dengan jumlah muatan listrik. angka yang dihasilkan dianggap setara dengan kadar zat yang diukur dalam darah (Laisouw, 2017).

Kelebihan dan kekurangan metode POCT

##### a. Kelebihan alat POCT.

- 1) Hasil cepat diketahui.
- 2) Mudah digunakan sehingga dapat dilakukan oleh perawat, pasien dan keluarga yang memonitoring pasien.
- 3) Volume sampel yang digunakan sedikit.
- 4) Dapat dilakukan *bed side*.
- 5) Alat kecil sehingga tidak dibutuhkan ruang khusus penyimpanan.
- 6) Bisa dibawa/*mobile*.

##### b. Kekurangan alat POCT.

- 1) Akurasi dan presisi kurang jika dibandingkan dengan mode rujukan (*gold standar*).
- 2) Kemampuan pengukuran terbatas.
- 3) Dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, hematokrit, dan interferensi dengan zat tertentu.
- 4) Pra analitik sulit dikontrol jika dilakukan oleh orang yang tidak berkompeten.
- 5) Pemantapan mutu internal kurang diperhatikan dan sulit terdokumentasi (Laisouw, 2017).

### **D. Tinjauan Umum Tentang Metode Cuprisulfat**

#### 1. Prinsip Kerja Metode Cuprisulfat

Prinsip metode ini adalah mengukur kadar hemoglobin berdasarkan perbedaan berat jenis darah dengan berat jenis larutan Cuprisulfat.

biasanya metode ini digunakan pada donor darah yang bertujuan untuk menilai kadar hemoglobin dalam darah. kadar hemoglobin dari seorang donor harus cukup 80 %. kadar hemoglobin ini ditentukan dengan setetes darah yang tenggelam dalam larutan Cuprisulfat. (Akhzami, Dkk, 2017).

Kelebihan dari pemeriksaan ini adalah di lakukan secara manual sehingga murah, cepat dan sederhana saat digunakan.

Kekurangan dari pemeriksaan ini adalah kurang akurat dan rentang pembacaan hasil, dapat terjadi ketidak seimbangan komposisi saat pembuatan larutan Cuprisulfat sehingga terlalu encer atau pekat, mengambil darah dari lengan yang terpasang cairan invus dapat mengencerkan sampel darah dan membiarkan tourniquet terpasang terlalu lama, lebih dari satu menit akan menyebabkan hemokonsetrasi. (Kee.J.L. 2017).