

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Tentang Pencemaran.**

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan komponen lain ke dalam air atau udara dan perubahan tatanan (komposisi) udara atau air oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas udara turun sampai ketinggian tertentu yang dapat menyebabkan gangguan atau kerugian terhadap makhluk hidup atau benda-benda di sekitarnya (Suparto Wijoyo, 2005).

Proses pencemaran dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung, secara langsung yaitu bahan pencemar tersebut langsung berdampak meracuni sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan atau mengganggu keseimbangan ekologis baik udara, air, maupun tanah, sehingga menyebabkan pencemaran (Kusdwiyatmo, 2007).

##### **2.1.1 Pencemaran udara**

Pencemaran udara di artikan sebagai adanya bahan atau zat-zat asing di udara dalam jumlah yang dapat menyebabkan perubahan komposisi atmosfer normal, pencemaran udara memberi dampak terhadap sistem kehidupan makhluk hidup dan sistem yang tidak termasuk di dalam sistem kehidupan. Secara umum terdapat dua sumber pencemaran udara yaitu pencemaran oleh sumber alamiah (natural sources) seperti letusan gunung berapi, yang berasal dari kegiatan manusia (anthropogenic sources) seperti yang berasal dari transportasi, emisi pabrik, dan lain-lain. Zat pencemar udara utama yang berasal dari kegiatan

manusia ada empat jenis yaitu karbon monoksida (CO), oksida sulfur (SO), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), Amoniak (NH<sub>3</sub>) (Kusdwiyatmo, 2007).



Gambar 2.1 Pencemaran udara yang diakibatkan oleh kendaraan bermotor (Novi resbioku. Com. 2010)

### 2.1.2 Zat- zat pencemaran udara.

Zat -zat pencemar udara adalah karbon monoksida (CO), Oksida sulfur (SO), Amoniah (NH<sub>3</sub>), Nitrogen dioksida (NO<sub>x</sub>).

Karbon monoksida (CO) adalah komponen tidak berbau, tidak berwarna, bersifat toksis, tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu 192°C. Karbon monoksida di hasilkan oleh pembakaran tidak sempurna dari minyak tanah atau batu bara karena sukar larut dalam air, gas karbon monoksida akan masuk hingga mencapai gelembung paru-paru. Karbon monoksida lebih muda berikatan dengan hemoglobin (Hb) yang ada dalam darah, sehingga mengganggu transportasi oksigen dalam darah.

Oksida sulfur (SO) merupakan ikatan yang tidak stabil dan sangat reaktif terhadap gas lain. Tidak berwarna, bau yang tajam, sangat mengiritasi, tidak terbakar dan tidak meledak. Sumber emisi gas oksida sulfur berupa pembakaran

yang tidak bergerak yang paling tinggi 76%, proses dalam industri, limbah padat, pembakaran limbah padat. Karena mudah larut dalam air, sebagian besar SO akan di serap di dalam rongga hidung atau saluran pernapasan bagian atas, hal ini berakibat akan timbulnya penyakit radang batang tenggorokan kronis atau asma.

Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) adalah bentuk dari proses dekomposisi asam amino atau ikatan organik oleh bakteri. Pembentukan garam amonium sebagai polutan atau pencemaran udara bersifat partikel yang banyak di jumpai.

Nitrogen dioksida ( $\text{NO}_x$ ) adalah komponen berwarna merah, ungu kecoklatan, serta baunya menyengat, toksis dan korosif, mengisap banyak cahaya. Di udara,  $\text{NO}_x$  membentuk awan berwarna kuning atau coklat. Di udara permukaan laut dijumpai sejumlah 0,5-2,8 ppb (*part per billion*) (Sitepoe, 1997).

### **2.1.3 Akibat pencemaran udara**

Pencemaran udara menimbulkan dampak antara lain: hujan asam, penipisan ozon, efek rumah kaca.

1. Hujan asam merupakan zat-zat polutan di udara akan berpengaruh terhadap proses-proses fisik dan kimia yang terjadi di udara, salah satu dampaknya ialah dengan terjadinya hujan asam (Smith, 1972).
2. Penipisan lapisan ozon di lapisan atas (lapisan stratosfer) terbentuk secara alami dan berfungsi melindungi bumi, namun zat kimia buatan manusia telah merusak lapisan tersebut, sehingga menimbulkan penipisan lapisan ozon.
3. Efek rumah kaca (*green house effect*) merupakan fenomena peningkatan temperatur gas  $\text{CO}_2$  yang di hasilkan dari proses pembakaran peningkatan kadar  $\text{CO}_2$  di atmosfer. Akibatnya, bumi di selimuti gas dan debu-debu

pencemar, kandungan zat CO<sub>2</sub> semakin tinggi karena banyak hutan di tebang sehingga tidak dapat menyerap CO<sub>2</sub>.

Pengertian pencemaran udara berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 tahun 1997 pasal 1 ayat 12 mengenai pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pencemaran yang berasal dari pabrik, kendaraan bermotor, pembakaran sampah, sisa pertanian, dan peristiwa alam seperti kebakaran hutan, letusan gunung api, yang mengeluarkan debu, gas, dan awan panas (Suparto Wijoyo, 2005)

Peningkatan polusi udara di signifikan dari tahun ke tahun disebabkan oleh naiknya angka pertumbuhan pemakaian kendaraan, kondisi ini diperoleh dengan angka pertumbuhan jalan yang tidak sebanding dengan pertumbuhan kendaraan yang hanya 2% pertahun, semakin memperburuk kondisi udara di berbagai kota, sektor transportasi telah dikenal sebagai salah satu sektor yang sangat berperan dalam pembangunan ekonomi yang menyeluruh, penggunaan bahan bakar minyak secara insentif dalam sektor ini menjadi penyebab utama timbulnya dampak terhadap lingkungan udara terutama di daerah perkotaan (Susanto, 2001).

## **2.2 Tinjauan tentang Karbon Monoksida (CO)**

### **2.2.1 Sifat fisika dan kimia**

Karbon monoksida dapat bergabung membentuk senyawa karbon (CO) sebagai hasil pembakaran yang tidak sempurna dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai hasil pembakaran sempurna. Karbon monoksida. Karbon monoksida merupakan senyawa tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar, dan bersifat

toksik. Toksisitasnya berarti efektivitasnya terhadap hemoglobin 200 kali lipat dibandingkan oksigen. CO berbentuk apabila pembakaran karbon oleh oksigen yang kurang sempurna, sumber pencemaran udara oleh CO terletak pada transportasi, limbah padat, industri, dan pembakaran yang tidak bergerak. Di perkotaan pencemaran oleh CO antara 1-140 ppm. Pada kendaraan yang padat dapat mencapai 50 ppm. Di Amerika CO paling tinggi pada sore hari, konsentrasi penurunan sesudah malam hari. Pengaruh foto kimia dapat mengubah CO menjadi CO<sub>2</sub> (Sitepoe, 1997).

### **2.2.2 Dampak Gas Karbon Monoksida Sebagai Pencemar Udara**

Gas karbon monoksida (CO) merupakan pencemar udara yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia maupun hewan dan tumbuhan. Bahaya gas CO bagi manusia sendiri dapat menyebabkan kematian apabila menghirup gas CO dengan konsentrasi yang tinggi. Dan gas CO pada konsentrasi rendah juga dapat mengganggu kesehatan pada manusia. Pengaruh CO pada tubuh manusia sangat berbahaya, terutama pada reaksi antara CO dengan hemoglobin (Hb) didalam darah yang menghasilkan karboksihemoglobin.

$O_2Hb + CO \rightarrow COHb + O_2$ . Pengaruh dari reduksi ini menyebabkan kapasitas darah untuk mengangkut oksigen menjadi berkurang. Hemoglobin didalam darah sendiri secara normal berfungsi dalam sistem transportasi untuk mengangkut oksigen dalam bentuk oksihemoglobin (O<sub>2</sub>Hb) dari paru-paru, sel-sel tubuh kemudian membawa CO<sub>2</sub> tersebut (Andi, 2004).

## **2.3 Tinjauan tentang Darah**

Darah merupakan gabungan dari cairan, sel-sel dan partikel yang mempunyai sel, yang mengalir dalam arteri, kapiler, vena, yang mengirim oksigen dan zat-zat gizi ke jaringan dan membawa karbon dioksida dan hasil lainnya (Handayani,W, 2008).

Dalam keadaan fisiologik, darah selalu berada dalam pembuluh darah sehingga dapat menjalankan fungsinya sebagai : pembawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh, mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi, mengedarkan sari-sari makanan keseluruh tubuh dan mengangkut karbondioksida ke paru-paru. Darah terdiri dari dua komponen utama yaitu plasma (bagian cair darah yang sebagian besar terdiri atas air, elektrolit, dan protein darah) dan butir-butir darah yaitu eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (kepingan darah) (IM., 2006).

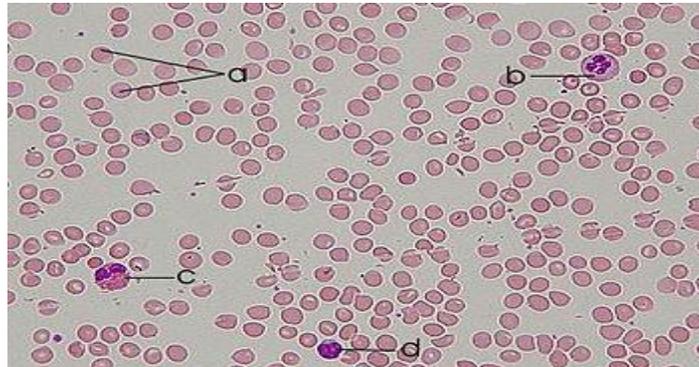
### **2.3.1 Komponen Sel.**

#### **2.3.1.1 Sel darah merah (Eritrosit)**

Sel darah merah merupakan sel yang paling banyak dibandingkan dengan dua sel lainnya Fungsi utama eritrosit adalah membawa O<sub>2</sub> ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari jaringan ke paru. Untuk mencapai pertukaran gas ini, eritrosit mengandung protein khusus yaitu hemoglobin. Tipe eritrosit mengandung sekitar 640 juta molekul haemoglobin (Mahanani, 2005).

Komponen darah terdiri dari: Membran eritrosit, sistem enzim (enzim G6PD), dan hemoglobin dimana komponennya terdiri atas heme (merupakan gabungan protopor firin dengan besi) dan globin (bagian protein yang terdiri atas dua rantai alfa dan dua rantai beta) (Handayani,W, 2008).

Eritrosit hidup dan beredar dalam darah tepi rata-rata selama 120 hari. Setelah 120 hari eritrosit akan mengalami proses penuaan kemudian dikeluarkan dari sirkulasi oleh sistem retikulo endotel (RES) (IM, 2006).

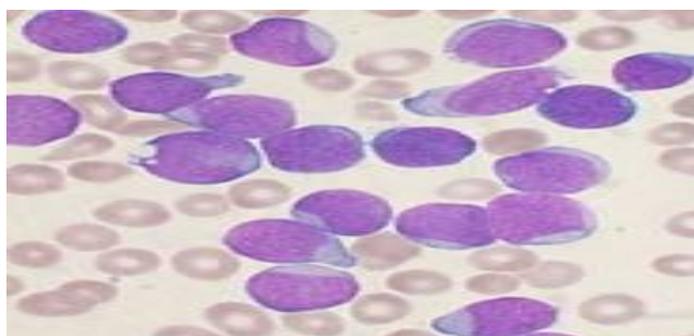


Gambar 2.2. Sel darah merah  
(Sandurezu.wordpress.com, 2011)

### 2.3.1.2 Sel darah putih (Lekosit)

Jumlah sel darah putih lebih sedikit, dengan perbandingan satu sel darah putih untuk setiap 660 sel darah merah. Terdapat lima jenis utama dari sel darah putih yang bekerja sama untuk membangun mekanisme utama dalam tubuh dalam melawan infeksi, termasuk menghasilkan antibodi (Handayani,W, 2008).

Fungsi sel darah putih adalah seperti tentara, menyebar diseluruh tubuh tetapi siap untuk dikumpulkan dan melawan berbagai organisme yang masuk ke dalam tubuh.



Gambar 2.3 Sel darah putih (Bagas, 2002)

### 1. Neutrofil

Sel ini mempunyai inti padat khas yang terdiri atas dua sampai lima lobus, dan sitoplasma yang pucat dengan garis batas tidak beraturan mengandung banyak granula merah muda biru (azurofilik) atau kelabu biru.

### 2. Limfosit

Limfosit memiliki nukleus besar bulat, ukuran 7-15 mikron, banyaknya 20-25% dan berfungsi membunuh dan memekan bakteri yang masuk ke dalam jaringan tubuh. Limfosit memiliki dua jenis utama, yaitu limfosit (memberikan perlindungan terhadap infeksi virus dan bisa menemukan dan merusak beberapa sel kanker), dan limfosit B (membentuk sel-sel yang menghasilkan antibodi atau sel plasma).

### 3. Monosit

Memiliki ukuran yang lebih besar dari lekosit, darah tepi lainnya dan mempunyai inti sentral berbentuk lonjong atau berlekuk dengan kromatin yang mengumpal. Sitoplasmanya yang banyak berwarna biru dan mengandung banyak vakuola halus, sehingga memberikan gambaran kaca asah. Monosit pencerna sel-sel yang mati atau yang rusak dan memberikan perlawanan imunologis terhadap berbagai organisme penyebab infeksi.

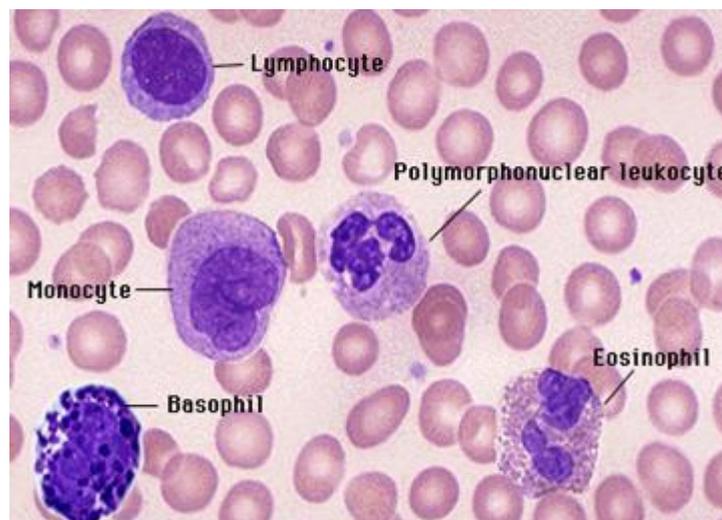
### 4. Eosinofil

Eosinofil mirip dengan netrofil, kecuali granula, sitoplasmanya lebih kasar, lebih berwarna merah tua, dan jarang di jumpai lebih dari tiga lobus inti. Sel ini memasuki eksudat inflamatorik dan berperan khusus dalam respon alergi, pertahanan terhadap parasit, dan pembuangan fibrin yang berbentuk

selama inflamasi. Eosinofil membunuh parasit, merusak sel-sel kanker dan berperan dalam respon alergi.

#### 5. Basofil

Sel ini jarang ditemukan dalam darah tepi normal. Sel ini mempunyai banyak granula sitoplasma yang gelap, menutupi inti, serta mengandung heparin dan histami (Mahanani, 2005)



Gambar 2.4 Jenis sel darah putih

(<http://tfakhrizalspd.wordpress.com>, 2009)

#### 2.3.1.3 Platelet (Trombosit)

Merupakan partikel menyerupai sel dengan ukuran lebih kecil dari pada sel darah merah atau sel darah putih. Sebagai bagian dari mekanisme perlindungan darah untuk menghentikan perdarahan, trombosit berkumpul pada daerah yang mengalami perdarahan dan mengalami pengaktifan.

Jumlah trombosit normal adalah sekitar  $250 \times 10^9/l$  (rentang  $150-400 \times 10^9/l$ ) dan lama hidup trombosit yang normal adalah 7-10 hari hingga sepertiga

trombosit keluaran sum-sum tulang dapat terperangkap dalam limpa yang normal, tetapi jumlah ini meningkat menjadi 90% pada kasus splenomegali berat.

Fungsi utama trombosit adalah pembentukan sumbat mekanik selama respon hemotasis normal terhadap cedera vaskular. Tanpa trombosit, dapat menjadi kebocoran darah spontan melalui pembuluh darah kecil. Reaksi trombosit dapat berupa adhesi, sekresi, agregasi, dan fusi serta aktivitas prokoagulannya sangat penting untuk fungsinya. (Mahanani, 2005)



Gambar 2.5 Trombosit (Hariyono, 2009)

### 2.3.2 Pembekuan Darah

Pembekuan darah melibatkan suatu sistem amplifikasi biologik, pada sistem ini zat-zat pencetus yang relatif sedikit secara berurutan mengaktifkan suatu kaskade protein prekursor yang bersirkulasi (enzim-enzim faktor koagulasi) melalui proteolisis, yang memuncak pada pembekuan trombin dan pada gilirannya merubah fibrinogen plasma yang terlarut menjadi fibrin.

## 2.4 Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah protein fungsional yang mengandung zat besi terdapat didalam eritrosit dan berfungsi membawa oksigen ( $O_2$ ) ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida ( $CO_2$ ) dari jaringan ke paru-paru. Struktur secara umum hemoglobin mengandung empat rantai polipeptida yaitu dua pasang globulin yang masing-masing mengandung satu molekul hem. Tergantung jenis hemoglobinnya. Hemoglobin dewasa mengandung tiga jenis yaitu Hb A ( $\alpha_2\beta_2$ ), Hb F ( $\alpha_2\gamma_2$ ) dan Hb A<sub>2</sub>.

Haemoglobin berfungsi untuk mengikat oksigen, satu gram hemoglobin akan bergabung dengan 1,34 ml oksigen. Tugas akhir haemoglobin adalah menyerap karbondioksida dan ion hidrogen serta membawanya keparu-paru tempat zat-zat tersebut dilepaskan dari hemoglobin (Joyce, LK, 2008).

Nilai normal dari Haemoglobin yaitu: Pada anak-anak 11-13 gr/dl, laki-laki dewasa : 14-18 gram/dl, perempuan dewasa : 12-16 gram/dl (Soetopo, 1989)

### 2.4.1 Kelainan Hemoglobin.

Kelainan hemoglobin disebabkan oleh hal-hal berikut ini:

1. Sintesis hemoglobin abnormal.
2. Berkurangnya kecepatan sintesis rantai globulin  $\alpha$ - atau  $\beta$  yang normal (thalasemia  $\alpha$  dan  $\beta$ ).

### 2.4.2 Reaksi Hemoglobin

Haemoglobin mengikat oksigen untuk membentuk oksihemoglobin, oksigen menempel pada  $Fe^{3+}$  dalam heme.  $Hb + O_2 \rightarrow Hb O_2$ . Afinitas haemoglobin untuk oksigen jauh lebih rendah dari pada afinitasnya terhadap karbonmonoksida

sehingga menggantikan O<sub>2</sub> pada haemoglobin dan menurunkan kapasitas darah sebagai pengangkut oksigen.

### **2.4.3 Metode pemeriksaan kadar Hemoglobin (Hb)**

Diantara metode yang paling sering digunakan dilaboratorium dan yang paling sederhana metode sahli, dan yang lebih canggih adalah metode cyanmethemoglobin (Ganong, 2002).

Pada metode sahli, hemoglobin dihidrolisi dengan HCl menjadi globin ferroheme. Feroheme oleh oksigen yang ada diudara dioksidasi menjadi ferriheme. yang akan segera bereaksi dengan ion Cl membentuk ferrihechlorid yang juga disebut hematin atau hemin yang berwarna coklat. Warna yang berbentuk ini dibandingkan dengan warna standard (hanya dengan mata telanjang) Untuk memudahkan perbandingan warna standar dibuat konstan, yang diubah adalah warna hemin yang berbentuk. Perubahan warna hemin dibuat dengan cara pengenceran sedemikian rupa sehingga warnanya sama dengan standard (Widiya, 2008).

Metode yang lebih canggih adalah metode cyanmethemoglobin. Pada metode ini hemoglobin dioksidasi oleh kalium ferrosianida menjadi methemoglobin yang kemudian bereaksi dengan ion sianida membentuk sianmethemoglobin yang berwarna merah. Intensitas warna dibaca dengan fotometer dan dibandingkan dengan standar. Karena yang membandingkan alat elektronik, maka hasilnya lebih objektif (Ganda Soebrata, 2007).

## 1. Prosedur pemeriksaan dengan metode sahli

Prinsip : Darah + HCl 0,1 N terjadi asam hematin, asam hematin diencerkan dengan aquadest sampai warna standar gelas , kadar Hb dibaca pada tabung sahli dalam satuan gr/dl

### a. Reagensia:

1. HCl 0,1 N.
2. Aquadest
3. Darah antikoagulan

### b. Alat / sarana

1. Pipet hemoglobin
2. Alat sahli
3. Pipet pastur
4. Pengaduk

### c. Prosedur :

1. Masukkan HCl 0,1 N kedalam tabung sahli sampai angka dua
2. Bersihkan ujung jari yang akan diambil darahnya dengan larutan desinfektan (alkohol 70%, betadin dan sebagainya) kemudian tusuk dengan lanset atau alat lain.
3. Isap dengan pipet hemoglobin sampai melewati batas, bersihkan ujung pipet kemudian teteskan darah sampai ke tanda batas dengan cara menggeserkan ujung pipet ke kertas saring atau kertas tisu
4. Masukkan pipet yang berisi darah kedalam tabung hemoglobin, sampai ujung pipet menempel pada dasar tabung, kemudian tiup pelan-pelan. Usahakan agar tidak timbul gelembung udara, bilas sisa darah yang

menempel pada dinding pipet dengan cara menghisap HCl dan meniupnya lagi sebanyak 3-4 kali.

5. Campur sampai rata dan diamkan selama kurang lebih 10 menit.
6. Masukkan kedalam alat pembanding, encerkan dengan aquadest tetes demi tetes samapai warna larutan (setelah diaduk sampai homogen) sama dengan warna gelas dari alat pembanding, bila suda sama baca kadar hemoglobin pada skala tabung (Soetopo, 1989).

## **2. Prosedur Memeriksa dengan Metode Cyanmethemoglobin**

Prinsip : Ferri cyanida dalam larutan drabkins mengubah besi haemoglobin dari bentuk ferro menjadi cyanmethaemoglobin yang berwarna stabil. Intesitas warna diukur pada fotometer dengan panjang gelombang 450 nm, maka O.D larutan sebanding dengan konsentrasi haemoglobin.

- a. Spesimen : Darah vena atau kapiler dengan antikoagulan EDTA, heparin, ataupun campuran kalium amonium oxalat.
- b. Alat-alat dan Reagensia :
  - 1) Reagen Drabkins terdiri dari :  $\text{NaHCO}_3$  1,00 gram, KCN 0,05 gram,  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  0,20 gram, aquades 1000 ml. Larutan ini disimpan dalam botol coklat (tahan sampai satu bulan).
  - 2) Pipet Hb Sahli  $20 \text{ mm}^3$  atau micropipet 20  $\mu\text{l}$ . Disposable.
  - 3) Tabung reaksi ukuran  $13 \times 100 \text{ mm}$ .
  - 4) Cuvet.
  - 5) Tissue.
  - 6) Standar Hb dengan kadar tertentu, atau kuvet standar Hb.
  - 7) Spektrofotometer.

c. Prosedur

- 1) Tiga buah tabung reaksi diisi dengan tepat masing-masing 5 ml larutan drabkins. Setiap tabung diberi nomor 1, 2, 3.
- 2) Dengan menggunakan pipet Hb atau micropipet isikan kedalam tabung nomor 1 darah penderita sebanyak 20  $\mu$ l. Pipet dibilas dengan larutan drabkins 3-5 kali agar semua darah masuk kedalam larutan drabkins. Perlu diingat bahwa volume darah penderita harus tepat, karena itu mengusap ujung pipet bagian luar dengan tissue harus selalu dilakukan.
- 3) Dengan cara yang sama isikan larutan standard Hb yang sudah diketahui kadarnya kedalam tabung reaksi nomor 2 sebanyak 20  $\mu$ l.
- 4) Kedua tabung dikocok sampai merata tanpa menimbulkan buih, biarkan pada suhu kamar  $\pm$  10 menit agar terbentuk cyanmethaemoglobin.
- 5) Memindahkan larutan dalam tabung ke dalam kuvet, mula-mula tabung nomor 3 yang hanya berisi larutan drabkins (sebagai blangko), baca pada spektrophotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Tentukan titik nol absorbance (optical density) nya.
- 6) Kemudian larutan dari tabung nomor 2 dipindahkan kedalam kuvet. Baca pada spektrophotometer. Catat hasilnya sebagai OD standard.
- 7) Dilanjutkan dari tabung nomor 1 (darah penderita yang diperiksa) dipindahkan kedalam kuvet dan dibaca pada spectrophotometer. Hasilnya dibaca sebagai OD test.
- 8) Perhitungan menurut (Soetopo, 1989).

$$\frac{\text{Kadar Hb penderita}}{\text{Kadar Hb Standar}} = \frac{\text{OD tes (spesimen)}}{\text{OD standar}}$$

#### 2.4.4 Derivate Hemoglobin

Haemoglobin terdiri dari bahan yang mengandung besi yang disebut (heme) dan protein globulin. Terdapat sekitar 300 molekul haemoglobin dalam setiap sel darah merah. Hemoglobin terdiri dari beberapa macam yaitu, oksi haemoglobin, haemoglobin terglukosilasi, mioglobin, haptoglobin, haemopeksin (Elizabeth, 2009).

##### 1. Oksi haemoglobin

Oksi haemoglobin merupakan haemoglobin tanpa oksigen (haemoglobitereduksi) yang mempunyai warna ungu muda, haemoglobin teroksigenasi penuh, dengan tiap pasangan hame + globulin membawa dua atom oksigen, barwarna kuning merah. Simbol untuk oksihemoglobin adalah  $\text{HbO}_8$ , tetapi  $\text{HbO}_2$  adalah konvensional.

##### 2. Haemoglobin Terglukosilasi

Haemoglobin terglukosilasi merupakan haemoglobin yang diikat ke glukosa untuk membentuk dirifat yang stabil bagi kehidupan eritrosit.

##### 3. Mioglobin

Mioglobin merupakan haemoglobin yang disederhanakan, terdapat di otot rangka dan jantung, di tempat mioglobin dapat bekerja sebagai reserfoir oksigen yang sedikit dan di lepaskan setelah atau Crush injury atau iskemia. Karena berat molekulnya rendah, ia cepat di bersihkan dari plasma dan terdapat sebagai mioglobinuria, yang merupakan indeks kerusakan sel otot yang sensitif, juga dari gerak badan yang hebat.

#### 4. Haptoglobin

Haptoglobin merupakan globulin spesifik, yang mengikat haemoglobin pada globin. Berfungsi untuk mengkonserfasi besi setelah hemolisa intrafakuler, ia mengikat haemoglobin sekitar 1,25 g/l plasma dan hanya konsentrasi itu ada haemoglobin bebas yang hilang ke dalam urin atau terikat kohaemopeksin

#### 5. Haemopeksin

Haemopeksin merupakan glikoprotein yang terikat dengan sisa haemoglobin. Konsentrasinya di dalam plasma normal sekitar 0,5 g/l (Joyce, 2008).

### **2.4.5 Faktor- faktor yang mempengaruhi kadar Hemoglobin (Hb)**

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin adalah :

#### 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 (Parakkasi, 1997). Besi juga merupakan mikronutrien essensial dalam memproduksi haemoglobin yang berfungsi mengantar oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, untuk di ekskresikan ke dalam udara pernafasan, sitokrom, dan komponen lain pada sistem enzim pernafasan seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase. Besi berperan dalam sintesis hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot. Kandungan  $\pm 0,004\%$  berat tubuh (60-70%) terdapat dalam hemoglobin yang disimpan sebagai feritin di dalam hati, hemosiderin di dalam limfa dan sum-sum tulang.

Menurut Soekatri M, Kecukupan besi yang direkomendasikan adalah jumlah minimum besi yang berasal dari makanan yang dapat menyediakan cukup besi untuk setiap individu yang sehat pada 95% populasi, sehingga dapat terhindar kemungkinan anemia kekurangan besi.

Zat besi (Fe) adalah salah satu unsur penting untuk membentuk haemoglobin (Hb) atau sel darah merah. Kurangnya zat besi dapat menyebabkan anemia. Gizi yang kurang baik dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya adalah pekerjaan, pengetahuan, dan pendidikan, besar keluarga, serta lingkungan sosial budaya, Menurut Sukarni (1994) tingkat pendapatan sangat menentukan status kesehatan seseorang melalui pengaruhnya terhadap daya beli. Pendapatan yang rendah menyebabkan penurunan daya beli yang selanjutnya akan mempengaruhi kesehatan individu.

#### b) Metabolisme Besi dalam tubuh

Besi yang terdapat di dalam tubuh orang dewasa sehat berjumlah lebih dari 4 gram. Besi tersebut berada di dalam sel-sel darah merah atau hemoglobin (lebih dari 2,5g), mioglobin (150 mg), porphyrin cytochrome, hati, limfa sumsum tulang (> 200-1500 mg). Ada dua bagian besi dalam tubuh, yaitu bagian fungsional yang dipakai untuk keperluan metabolik dan bagian yang merupakan cadangan. Hemoglobin, mioglobin, sitokrom, serta enzim hem dan non hem adalah bentuk besi fungsional dan berjumlah antara 25-55 mg/kg berat badan. Sedangkan besi cadangan apabila dibutuhkan untuk fungsi-fungsi fisiologis dan jumlahnya 5-25 mg/kg berat badan. Feritin dan hemosiderin adalah bentuk besi cadangan yang biasanya terdapat dalam hati, limpa dan sum-sum tulang.

Metabolisme besi dalam tubuh terdiri dari proses absorpsi, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan dan pengeluaran (Zarianis, 2006).

c) Pola hidup yang tidak teratur

pola hidup yang tidak teratur contohnya sering tidur malam sehingga istirahatnya kurang, menyebabkan lemah, letih, lesu Hal ini menyebabkan kadar Hb turun. Sehingga menyebabkan otak sering mengalami periode kekurangan oksigen yang dibawa Hb terutama pada saat tubuh memerlukan tenaga yang banyak. Aktivitas yang tinggi membutuhkan sumber energi yang cukup tinggi untuk memperoleh kadar  $O_2$  dalam darah apabila aktivitas yang tinggi tanpa diimbangi dengan asupan gizi yang cukup baik maka menyebabkan kadar Hb menurun.