

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Timbal**

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

Timbal atau timah hitam yang dalam bahasa ilmiah dikenal dengan kata plumbum merupakan logam lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C. Pada suhu 550-600°C timbal akan menguap dan bereaksi dengan udara membentuk timbal oksida. Walaupun bersifat lunak dan lentur timbal sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Timbal dapat larut dalam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat (Palar, 2004).

Timbal termasuk kelompok logam berat yang dapat mencemari lingkungan dan memiliki sifat beracun dan membahayakan bagi kehidupan makhluk hidup (Darmono, 2010).

##### **2. Metabolisme Timbal dalam tubuh**

Proses masuknya senyawa timbal ke dalam tubuh dapat melalui beberapa cara antara lain:

1. Sekitar 80% timbal masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan, kemudian akan berikatan dengan darah (lebih dari 90% dengan eritrosit) dan diedarkan keseluruh tubuh. Plasma darah berfungsi dalam mendistribusikan timbal dalam darah ke bagian syaraf, ginjal, hati, kulit, rongga mulut dan otot skeletal/rangka.
2. Melalui makanan atau minuman (14%) yang akan diikuti dalam proses metabolisme tubuh. Jumlah timbal yang masuk masih mungkin ditolerir oleh asam lambung (HCl). Defisiensi besi (Fe) dan Calsium (Ca) serta diet tinggi lemak dapat meningkatkan absorbs timbal gastrointestinal.
3. Penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (1%), hal ini disebabkan senyawa timbal dapat larut dalam minyak dan lemak. Timbal yang diendapkan

dalam tulang akan bergabung dengan calcium (Ca), hal ini menyebabkan kenaikan metabolisme tulang dan dapat meningkatkan konsentrasi timbal dan sirkulasi darah (Dhanabhalan, 2009).

### **3. Distribusi Dan Penyimpanan**

Timah hitam yang diabsorbsi diangkut oleh darah ke organ-organ tubuh sebanyak 95% Pb dalam darah diikat eritrosit. Sebagian Pb plasma dalam bentuk yang dapat berdifusi dan diperkirakan dalam keseimbangan tubuh lain, yang dibagi menjadi dua yaitu ke jaringan lunak (sumsum tulang, system saraf, ginjal, hati) dan ke jaringan keras (tulang, kuku, rambut, gigi) (Palar, 2008). Pb pada jaringan lunak sebagian di simpan dalam aorta, hati ginjal, otak, dan kulit. Timah hitam yang ada di jaringan bersifat toksik.

### **4. Toksisitas Timbal**

Ukuran keracunan suatu zat ditentukan oleh kadar dan lamanya pemaparan keracunan timbal dapat menyebabkan efek akut dan kronis. Keracunan akut akibat pemaparan yang terjadi dalam waktu yang relatif singkat (dapat terjadi dalam waktu 2-3 jam) dengan kadar yang relatif besar. Keracunan akut yang disebabkan oleh timbal biasa terjadi karena kecelakaan misalnya peledakan atau kebocoran yang tiba-tiba dari uap logam timbal, kerusakan system ventilasi di dalam ruangan. Keracunan akut ditandai oleh rasa terbakar pada mulut, terjadi perangsangan dalam gastrointestinal dan diikuti dengan diare. Keracunan kronis terjadi karena absorpsi timbal dalam jumlah kecil, tetapi dalam jangka waktu yang lama dan terakumulasi dalam tubuh. Durasi waktu dari permulaan kontaminasi sampai gejala atau tanda-tanda keracunan dalam beberapa bulan bahkan sampai beberapa tahun. Gejala keracunan kronis ditandai oleh rasa mual, anemia, sakit di sekitar perut. Keracunan yang disebabkan oleh timbal dapat mempengaruhi organ dan jaringan tubuh. Organ-organ tubuh yang terjadi sasaran dari keracunan timbal adalah sistem peredaran darah, sistem saraf, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem endokrin, dan jantung (Palar, 2004).

Dapat pula menyebabkan defisiensi enzim G-6PD dan penghambatan enzim pirimidin-5'-nukleotidase. Hal ini disebabkan turunnya masa hidup eritrosit dan meningkatkan kerapuhan membran eritrosit, sehingga terjadi penurunan jumlah eritrosit (Patrick, 2006).

## **5. Faktor yang mempengaruhi kadar timbal**

Jumlah kadar timbal yang masuk ke dalam tubuh dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu usia pekerja, jumlah jam kerja dalam sehari, kebiasaan merokok, APD (Alat Pelindung Diri). Pekerja yang tidak menggunakan APD seperti masker akan lebih banyak jumlah paparan timbal yang masuk ke dalam tubuh dibanding dengan pekerja yang menggunakan masker (Indra Chahaya S, *et al* 2005). Selain faktor tersebut, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Wirsal Hasan *et al* jenis kelamin juga mempengaruhi kadar timbal darah

## **B. Darah**

Darah merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Terdapat tiga macam elemen seluler di dalamnya yaitu eritrosit, leukosit, dan trombosit. Tiga elemen tersebut mempunyai fungsi yang berbeda satu dengan yang lainnya, begitu pula jangka waktu hidupnya tidak sama. Eritrosit memiliki umur kurang lebih 120 hari dan trombosit 3 – 5 hari oleh karena itu nilai normal dari ketiga elemen seluler tersebut lebih konstan dalam keadaan fisiologis. Nilai normal dari pemeriksaan terhadap darah dipengaruhi oleh sejumlah faktor misalnya faktor umur, iklim, jenis kelamin dan genetika (Depkes RI, 2004).

Fungsi utama darah dalam sirkulasi adalah sebagai media transportasi, pengatur suhu dan pemeliharaan keseimbangan cairan serta keseimbangan asam basa. Eritrosit selama hidupnya tetap berada dalam tubuh. Sel darah merah mampu mengangkut oksigen secara efektif tanpa meninggalkan fungsinya di dalam jaringan (Widman, 2005).

Komponen Darah terdiri dari 2 komponen utama yaitu plasma dan sel darah. Plasma berbentuk cairan yang didalamnya terkandung albumin, globulin, kekebalan, faktor pembekuan dan komplemen, tranferin, seruloplasmin, kinin, enzim, polipeptida, glukosa, asam amino, lipid, mineral dan beberapa hormon lainnya. Isi dari sel darah berupa sel eritrosit, sel granulosit, sel monosit, dan sel trombosit (Permono *et al*, 2012).

Bahan-bahan pembentuk darah adalah asam folat dan vitamin B12 yang merupakan bahan pokok pembentuk inti sel, besi yang sangat dibutuhkan dalam pembentukan hemoglobin, cobalt, magnesium Cu, Zn, asam amino, dan vitamin C dan B kompleks (Bakta, 2006).

### **C. Sel darah merah atau Eritrosit**

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

Sel darah merah adalah sel yang memiliki fungsi khusus mengangkut oksigen ke jaringan-jaringan tubuh dan membantu pembuangan karbon dioksida dan proton yang dihasilkan oleh metabolisme jaringan tubuh. Berbeda dengan dua sel darah lainnya, sel darah merah merupakan sel terbanyak dengan struktur sederhana dibandingkan dengan sel tubuh lain. Bentuk bulat pipih seperti cakram bikonkaf berupa sekedar membran yang membungkus larutan hemoglobin yang merupakan 95% total protein dalam sel darah merah, tanpa adanya organel sel termasuk inti sel. Meskipun demikian sel darah merah melakukan metabolisme aktif tetapi tidak tergantung insulin untuk memasukkan glukosa ke dalam sel (M. Sofro, 2012).

Pada orang dewasa sehat terdapat sekitar 4.7 – 6.1 juta sel darah merah/mcL pada laki-laki dan sekitar 4.2 – 5.4 juta sel darah merah/mcL pada perempuan yang dapat bervariasi tergantung ketinggian di atas permukaan laut (Newland, 2007).

#### **2. Komponen Eritrosit**

##### **a. Membran eritrosit**

Membran eritrosit terdiri dari protein (50%), lipid (40%), dan karbohidrat (10%). Lipid yang terdiri dari 2 lapisan (bilayer) menjamin konstituitas

membran eritrosit. Lipid pada eritrosit terdiri dari kolesterol dan fosfolipid dalam proporsi yang sama (Soemantri, Setiati 2009).

b. Sistem enzim

Enzim G6PD (*glucose 6-phosphatedehydrogenase*).

c. Hemoglobin

Komponen yang terdiri dari heme merupakan gabungan protoporfirin dengan besi, globin merupakan bagian dari protein yang terdiri atas rantai alfa dan rantai beta.

### 3. Eritropoesis

Diferensiasi dan maturasi eritrosit melibatkan pembentukan (berurut-urut) Eritroblas, Basofilik Eritroblas, Polikromatik Eritroblas, Ortokromatik Eritroblas, Retikulosit, dan Eritrosit.

Sel pertama yang dapat dikenali dalam seri eritroid adalah Proeritroblas. Proeritroblas merupakan sel yang besar kromatin longgar, nukleolus jelas kelihatan, serta sitoplasma basofilik. Sel ini matang menjadi eritrositblas basofilik dengan sitoplasma basofilik kuat dan nukleus yang padat dan tidak memperlihatkan nukleolus. Sifat basofil dari kedua tipe ini disebabkan oleh sejumlah besar poliribosom yang terlihat dalam sintesis hemoglobin. Poliribosom berkurang selama tahap selanjutnya dan daerah sitoplasma mulai penuh oleh hemoglobin. Pewarnaan sel pada tahap ini menyebabkan beberapa warna muncul, maka selnya disebut polikromatin eritroblas. Nukleus akan terus memadat dan tidak lagi memperlihatkan sitoplasma basofil, menghasilkan sitoplasma asidofilik uniformis yang terdapat pada ortokromatik eritroblas. Nukleus pada suatu saat akan dikeluarkan, maka terjadi stadium retikulosit. Sel ini masih mempunyai sejumlah kecil poliribosom yang ketika diberi pewarna supravital *brilliant cresyl blue* beragregasi membentuk endapan yang berwarna. Retikulosit akan segera kehilangan poliribosom dan menjadi sel darah merah yang matang. Proses eritropoesis pada orang dewasa menghasilkan sekitar 2 juta sel darah

merah setiap detik. Sumsum memerlukan zat-zat tertentu supaya eritropoiesis berlangsung normal (Alviventiasari, 2010).

#### **4. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit**

##### **1. Usia**

Usia muda pada umumnya lebih peka terhadap aktivitas timbal, hal ini berhubungan dengan perkembangan organ dan fungsinya yang belum sempurna. Sedangkan pada usia tua kepekaan lebih tinggi dari rata-rata orang dewasa, biasanya karena aktivitas enzim biotransformase berkurang dengan bertambahnya umur dan daya tahan organ tertentu berkurang terhadap efek timbal. Semakin tua umur seseorang akan semakin tinggi pula konsentrasi timbal yang terakumulasi pada jaringan tubuh (Sucian, 2007).

##### **2. Status kesehatan, status gizi dan tingkat kekebalan (imunologi)**

Keadaan sakit atau disfungsi dapat mempertinggi tingkat toksisitas timbal atau dapat mempermudah terjadinya kerusakan organ (Suciana, 2007).

##### **3. Jenis kelamin**

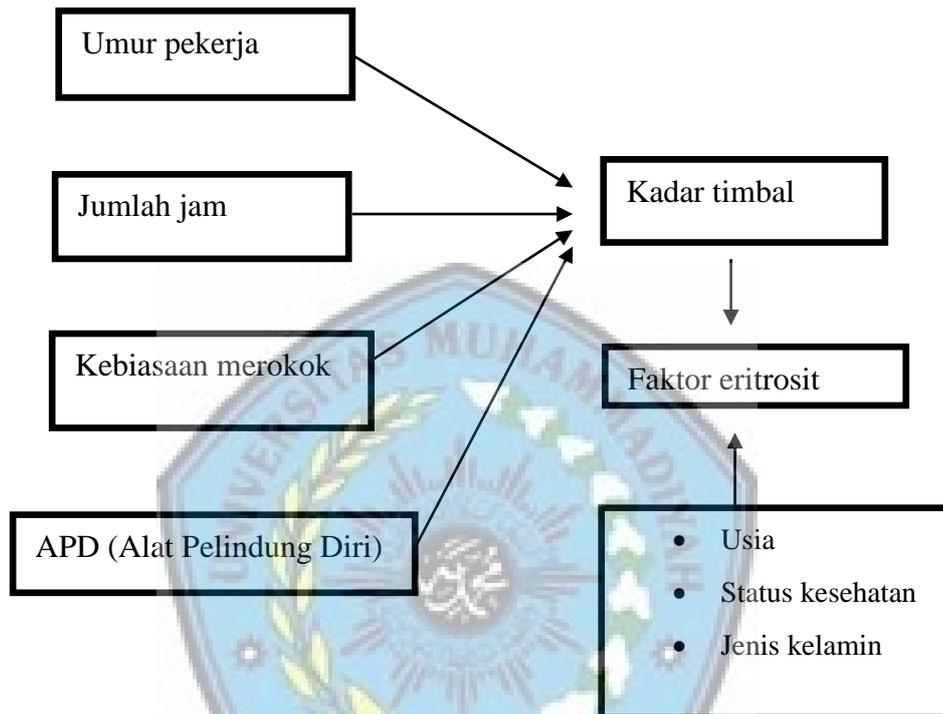
Jenis kelamin turut mempengaruhi konsentrasi timbal dalam jaringan tubuh seseorang, sehingga jenis jaringan juga turut mempengaruhi kadar timbal yang terkandung, sehingga kadar timbal ada dalam jaringan otak tidak sama dengan kadar timbal dalam paru-paru maupun dalam ginjal. Laki-laki yang berumur antara 21-30 tahun akan ditemukan 0,055 mg/100 g timbal dalam jaringan otaknya, sedangkan laki-laki yang berumur 51-60 tahun, jumlah kandungan timbal dalam jaringan otaknya adalah 0,064 mg/100 g. Sementara pada perempuan kadar timbal dalam jaringan otaknya lebih rendah dibanding laki-laki yaitu sekitar 0,46 sampai 0,051 mg/100 g. paru-paru perempuan, kadar timbal yang ada biasanya adalah sekitar 55% dari kadar timbal yang ada dalam paru-paru laki-laki (Palar, 2004).

#### **5. Pengaruh Pb Terhadap Jumlah Eritrosit**

Timbal dapat menyebabkan hemolisa eritrosit dan menghambat pembentukan hemoglobin. Timbal menyebabkan defisiensi enzim G6PD dan

penghambat enzim pirimidin- 5'-nukleotidase, hal ini menyebabkan masa hidup eritrosit menurun dan meningkatkan kerapuhan membrane eritrosit sehingga terjadi penurunan jumlah eritrosit (Patrick, 2006).

#### D. Kerangka Teori



Gambar 1. Kerangka Teori