

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan teori

1. Timbal (Pb)

a. Definisi Timbal

Timbal, juga dikenal adalah golongan logam dalam tabel periodik golongan IV-A dengan lambang Pb dan unsur atom (NA) 82 dan berat atom (BA) 207,2 gram/mol (Direktur Tata Usaha B3 2022). Menurut (Warniningsih, 2015), Timbal (Pb) dapat terserap ke dalam tubuh melewati pernafasan, minuman, dan makanan, serta penyerapan melewati kulit dan air. Timbal (Pb) juga dapat memengaruhi seluruh sistem tubuh.

Timbal merupakan logam berat yang ditemukan dalam kuantitas kecil secara natural di lapisan kerak bumi. Timbal juga dikenal sebagai timah, terakumulasi di lingkungan. Sifat-sifatnya tidak bisa terurai dengan cara hayati, dan toksisitas timbal konstan seiring berjalannya waktu. Timbal berbahaya jika dihirup atau dikonsumsi oleh manusia. Setelah masuk ke dalam tubuh, ia menyebar melalui aliran darah dan diserap ke dalam ginjal dan otak, disimpan di gigi dan tulang (Warniningsih, 2015).

b. Sifat Timbal

Timbal (Pb), sebuah logam yang bersifat neurotoksik, memiliki kemampuan untuk menembus tubuh manusia dan hewan serta terakumulasi di dalamnya, meningkatkan bahayanya terhadap organisme tersebut (Kusnoputranto, 1995). Untuk menghasilkan oksida timbal, timbal perlu menguap pada titik leleh 327 °C dan titik didih 1725 °C, lalu membentuk oksigen di udara. Selain sifatnya yang lunak, timbal dapat dipotong. Meskipun timbal lunak dan lentur, ia begitu rapuh dan menyusut saat didinginkan, sehingga susah untuk larut dalam air dingin, panas, dan asam. Asam nitrat, asam asetat, dan asam sulfat pekat adalah beberapa asam yang dapat dilarutkan dengan timbal (Palar, 2004).

Menurut buku yang di tulis oleh (Darmono, 2008) menyebutkan bahwa timbal (Pb) dapat terakumulasi dalam rantai makanan karena sifatnya yang tahan lama dan beracun. Keracunan timbal dapat menyebabkan peningkatan kadar timbal di limpa,

ginjal, otak, testis, hati, paru paru, jantung, aorta, dan pankreas karena timbal terakumulasi dan terakumulasi dalam tubuh karena penyerapannya yang sangat lambat.

c. Sumber Timbal

Pembakaran bensin yang berasal dari berbagai komponen timbal (Pb) merupakan sumber pencemaran timbal (Pb) terbesar. Timbal (Pb) dicampur dengan bensin sebagai bahan tambahan antiknock dengan jumlah sekitar 2,4 gram per galon. Gas buang hasil dari pembakaran bahan bakar fosil memproduksi sekitar 75% polusi udara. Sumber pencemaran utama adalah kendaraan bermotor. Sumber lain termasuk pembakaran, limbah cat, pembuangan limbah, dan proses industri, tetapi tidak terbatas pada itu. Timbal juga banyak ditemukan pada cat, terutama cat besi dan kayu yang memiliki kandungan timbal 90 ppm (Abdul Haris Maulana, 2021).

d. Toksisitas Timbal

Timbal memiliki tosisitas yang tinggi seperti pada buku yang di tulis oleh (Darmono, 2008) menyebutkan bahwa timbal memiliki kandungan logam toksik dimana toksisitas dibedakan oleh pengaruhnya pada beberapa organ, yaitu:

- 1) Sistem komponen darah: Timbal meningkatkan risiko anemia karena menghambat pembentukan hemoglobin.
- 2) Sistem saraf pusat dan tepi: gangguan enselfalopati dan gejala gangguan saraf perifer dapat disebabkan oleh hal ini.
- 3) Sistem nefrologi: ini menyebabkan atrofi glomerular, nefropati, fostfaturia, glukosuria, fibrosis, dan aminosiduria.
- 4) Sistem pencernaan: ini dapat menyebabkan kolik dan sembelit.
- 5) Sistem jantung: menghasilkan permeabilitas pembuluh darah yang lebih tinggi.
- 6) Sistem reproduksi: hipospermi dan teratospermi menyebabkan kematian janin pada wanita.

Menurut (Darmono, 2008) Menunjukkan bahwa toksisitas logam terhadap tubuh manusia dipengaruhi oleh banyak faktor. Ini termasuk dosis atau jumlah logam yang masuk ke dalam tubuh, waktu paparan, usia, kondisi fisik, jenis kelamin, kebiasaan buruk, dan kemampuan jaringan tubuh untuk mengakumulasi logam.

e. Nilai Ambang Batas Batas dalam Tubuh

Menurut Permenkes RI No. 70 Tahun 2016 , ambang batas kadar timah hitam pada spesimen biomarker manusia pada spesimen darah adalah $< 10 \mu\text{g/dl}$ untuk orang dewasa normal.

f. Mekanisme Timbal Masuk ke Tubuh

Melalui saluran pernapasan, timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh manusia dalam bentuk debu, uap, dan gas. Konsumsi Timbal diserap melalui kulit dengan mengonsumsi makanan dan minuman yang terkontaminasi timbal, penyerapan kulit, terutama senyawa organik. Sekitar 80% timbal terserap ke dalam tubuh melewati kulit yang rusak, melewati saluran sistem pernapasan, dan kemudian memasuki pembuluh darah di paru-paru. Sebagian besar timbal yang terhirup bergabung dengan darah dan kemudian beredar melalui berbagai jaringan dan organ tubuh. (Suciani, 2007).

Mulut adalah pintu masuk utama timbal ke dalam tubuh karena minuman dan makanan yang tercemar timbal melewatinya. Kemudian zat pencemar ini masuk ke sistem peredaran darah. Kekurangan mineral seperti kalsium dan zat besi meningkatkan penyerapan timbal (Dantje T. Sembel, B., 2015).

Pori-pori kulit bisa menjadi jalur masuknya bahan kimia, yang memungkinkan bahan kimia masuk dan keluar. Proses difusi adalah cara bahan kimia dapat masuk ke dalam tubuh. Molekul hidrofilik (dengan berat molekul hingga 600) menembus membran berpori air. Di sana, mereka menyebar ke bagian lipid dan membran. Kimia nonpolar lebih lemah pada kulit mamalia, termasuk manusia. Jumlah timbal yang diserap melalui kulit hanya 1% dari totalnya, dan bergantung pada sifat fisik timbal (organik atau anorganik) dan integritas kulit. Timbal organik dengan sifat fisiknya tidak diserap melalui kulit utuh, tetapi timbal anorganik seperti timbal tetraetil (TEL) dapat menyerapnya (Dantje T. Sembel, B., 2015).

Tubuh menerima timbal melalui sistem pernapasan. Pada akhirnya, sebagian besar timbal yang dihirup masuk ke paru-paru. Melewati pernapasan, timbal terhirup masuk ke dalam paru-paru, diserap dan digabung langsung oleh darah dan paru-paru, lalu didistribusikan ke jaringan dan organ di seluruh tubuh. Laju penyerapan terpengaruh oleh beasaran partikel senyawa Pb yang terhirup dan jumlah udara yang dapat masuk selama

bernapas. Ukuran partikel debu menentukan konsentrasi timbal yang diserap ke dalam tubuh. (Heryando Palar, 2012).

g. Keracunan Timbal

Timbal memiliki efek racun yang sangat tinggi sehingga menurut (Chadha, 1995) menyebutkan bahwa ada 3 wujud Keracunan Timbal yaitu :

- 1) Keracunan Timbal Akut Jarang terjadi. Timbal asetat bertanggung jawab atas keracunan timbal akut yang pernah terjadi. Dalam waktu tiga puluh menit setelah menerima racun, gejala keracunan akut mulai muncul. Dosis yang diberikan memengaruhi seberapa ringan gejala tersebut. Penetrasi senyawa timbal yang larut pada asam atau menghirup asap timbal adalah dua faktor utama yang biasanya menyebabkan keracunan. Astringen menyebabkan mulut terbakar dan haus. Mual, muntah dengan mengeluarkan isi perut yang berupa muntahan putih seperti susu yang disebabkan oleh Pb klorida, dan rasa sakit yang kuat di area perut adalah gejala lain yang sering terjadi. Lidahnya berlapis, dan nafasnya bau. Garis biru pada gusi adalah hasil dari dekomposisi protein yang terjadi ketika protein bereaksi dengan gas hidrogen sulfida. Tinja orang yang menderita ini berwarna gelap karena terdapat kandungan Pb sulfida, yang dapat menyebabkan diare atau penyakit lainnya
- 2) Keracunan subakut Ini terjadi jika seseorang terpapar racun dalam dosis kecil secara berulang kali, seperti timbal asetat, yang menimbulkan indikasi yang lebih menonjol pada sistem syaraf, seperti vertigo, kebas, otot kaku, juga bagian tungkai mengalami paralisis flaksid. Setelah itu, mereka akan mengalami kejang dan koma. Tampilan yang menunjukkan kegelisah, depresi, juga lemas adalah gejala umum. Penyakit pencernaan sering terjadi pada penderita, dan mereka mengeluarkan urin yang berwarna merah dan relatif sedikit. dosis fatal nya berkisar pada 20–30 gram.
- 3) Keracunan Kronis tidak seperti keracunan akut, keracunan timbal kronis banyak terjadi. Karena orang yang terimbas garam timbal pada beberapa industri lebih mungkin mengalami keracunan timbal kronis, penyakit industri adalah sebutan untuk kondisi ini. Seperti membuat jenis cetakan, memodifikasi isi media cetak, membuat jenis mesin cetak, memproduksi cat timbal, dan memasang pipa gas TLV. Keracunan kronis juga dapat memengaruhi mereka yang mengonsumsi air dari pipa timbal dan yang mengawetkan masakan India (disebut "ghee") dalam botol timbal. Keracunan

kronis dapat membahayakan ginjal dan sistem saraf, yang mengakibatkan anemia, kolik, gangguan pertumbuhan, dan masalah reproduksi.

h. Efek Timbal Terhadap Darah

Sistem sintesis hemoglobin dapat dirusak oleh timbal. Heme, yang terdiri dari campuran glisin dan suksinil koenzim A (CoA) sebagai kofaktor piridoksal, yang dapat bergabung dengan besi untuk membentuk heme. ALAD dan heme sintetase adalah enzim yang paling sensitif terhadap timbal yang terlibat dalam pembentukan heme. Setelah itu, senyawa timbal dalam tubuh ini dapat berikatan dengan sisi aktif enzim ALAD. Jika sintesis logam timbal digabungkan dengan ALAD, proses dari reaksi ini tidak bisa berlanjut atau terganggu. Hasil penekan hemoglobin ini adalah kadar hemoglobin yang abnormal. Seiring bertambahnya usia, konsentrasi timbal dalam darah meningkat (Hasan., 2013).

Sistem hematopoietik adalah tempat timbal berdampak pada kesehatan karena dapat mencegah terbentuknya hemoglobin dan mengurangi masa hidup sel darah merah, yang mengakibatkan anemia. Anemia dapat menyebabkan masalah pada transit sel darah merah dan kekurangan oksigen dalam jaringan tubuh, yang sangat penting untuk sintesis energi. Selain itu, pirimidin-5-nukleotidase adalah enzim yang dapat diblokir oleh logam berat, yang menyebabkan kerusakan pada sel darah merah dan berkurangnya masa hidup sel tersebut. Pembentukan sel eritrosit yang belum matang dengan inti juga dapat terjadi akibat terganggunya sistem enzim, yang menurunkan kapasitas tubuh untuk memproduksi hemoglobin sebagai pembawa oksigen. (Pratiwi., 2015).

2. Hemoglobin

Kata "heme" dan "globin" merupakan asal dari kata hemoglobin, hemoglobin memiliki kandungan ferroporphyrin dan kandungan protein globin. Mengangkut oksigen (O_2) adalah fungsi dari sel darah merah, membawanya ke jaringan dan membawa kembali karbon dioksida (CO_2) dari jaringan tubuh. Fungsi lain sel darah merah adalah salah satunya merangsang proses pertukaran gas antara oksigen dan karbon dioksida. masuk ke dalam paru-paru. Untuk pria, kadar hemoglobin 13,0-17,5 g/dl dan untuk wanita, 12,0-15,5 g/dl adalah normal. Selain itu, darah melakukan berbagai fungsi, seperti memasok nutrisi, membawa produk sisa dari metabolisme, dan menampung macam-macam elemen sistem imun, yang mencegah penyakit pada tubuh.

Kandungan pada sel darah merah adalah protein globular yang disebut hemoglobin, yang mengandung zat besi (Fe) dan memberi warna merah pada darah. 65% hemoglobin disintesis pada tahap eritroblas, dan 35% sisanya disintesis pada tahap eritrosit belum matang. Proses sintesis hemoglobin mitokondria dimulai dengan kondensasi koenzim A glisin dan suksinil oleh enzim utama sintetase asam delta-aminolevulinat (ALA). Vitamin B6 merangsang penghambat eritropoietin dan heme, yang merupakan koenzim reaksi ini. Selanjutnya, protoporphyrin dan besi membentuk heme, setiap molekul bergabung dengan rantai globin yang dibentuk oleh poliribosom.

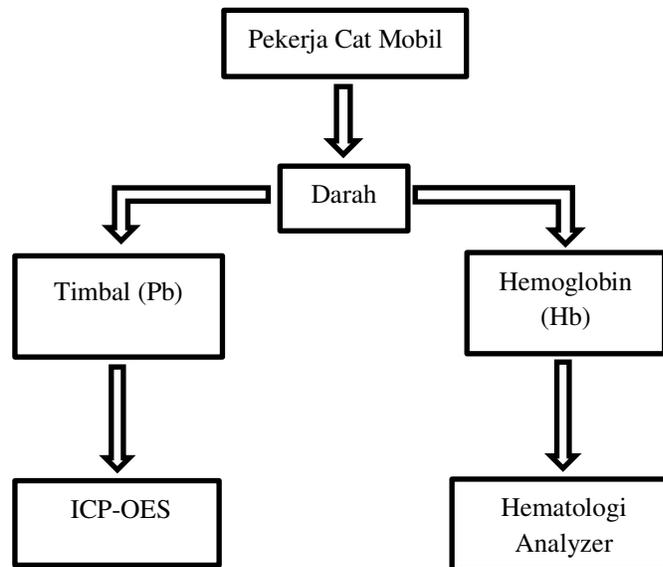
Rangkaian empat rantai globin, bersama dengan gugus hemenya, dilipat menjadi kantong, membentuk molekul hemoglobin. etika oksigen dilepaskan, hemoglobin dapat langsung berikatan dengan CO₂, sehingga sekitar 15% molekul CO₂ dan hemoglobin dibawa langsung ke dalam darah. Ini terjadi karena CO₂ bereaksi dengan gugus amino-amino terminal amino hemoglobin, menyebabkan pembentukan karbamat dan pelepasan proton. Ini juga mempengaruhi kemampuan darah untuk pulih. Di paru-paru, sebaliknya terjadi. Ketika oksigen terikat dengan hemoglobin yang berada dalam keadaan bebas oksigen (deoksigenasi), proton dilepaskan dan bergabung dengan bikarbonat untuk membentuk asam karbonat. Dengan bantuan enzim karbonat hidratase, asam karbonat membentuk gas CO₂, yang kemudian dihembuskan (Aliviameita., 2019).

3. Metode Inductively Coupled Plasma (ICP-OES)

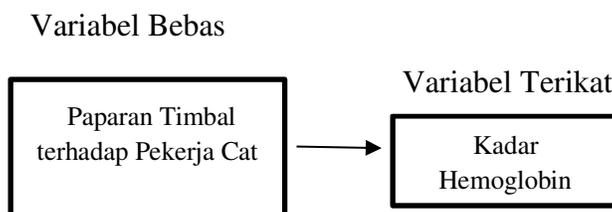
Teknik analisis yang disebut Inductively Coupled Plasma (ICP) digunakan untuk menemukan jejak logam dalam sampel yang diambil dari lingkungan umum. ICP menggunakan teknik utama penyemprotan komponen untuk membuatnya memancarkan cahaya dengan panjang gelombang yang dapat diukur, yang memungkinkan identifikasi elemen (Cahaya, 2017). Spektroskopi atom adalah teknik analisis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi logam dalam sampel dan menentukan karakteristik elemen yang memancarkan panjang gelombang tertentu. Salah satu komponennya adalah inductively coupled plasma, atau ICP. ICP menggunakan metode spektrofotometer emisi untuk menentukan kadar unsur logam dari suatu sampel dengan menggunakan metode spektrofotometer emisi (Cahaya., 2017).

Spektrofotometer emisi merupakan metode analisis yang berdasarkan pada pengukuran intensitas emisi pada karakteristik panjang gelombang setiap unsur. Untuk instrumen ICP ini, akan menganalisis bahan yang harus berupa larutan yang homoge

B. Kerangka Teori



C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian adalah:

- Ho : Tidak ada hubungan kadar timbal terhadap kadar hemoglobin pada Pekerja cat mobil.
- Ha : Adanya hubungan kadar timbal terhadap kadar hemoglobin pada Pekerja cat mobil.