

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pencemaran logam berat merupakan salah satu isu sentral dari riset bidang lingkungan dikalangan ilmuwan dunia saat ini. Apalagi sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia memiliki potensi besar akan terkena dampak pencemaran Timbal (Pb), khususnya bagi masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan (karena kurangnya informasi/pengetahuan) dan juga bagi masyarakat perkotaan (karena tingginya tingkat emisi gas buang kendaraan bermotor, limbah dan gas buang industri baterai, cat dan keramik).

Sebuah penelitian oleh Albalak *et.al.*, (2003), yang dilakukan di Jakarta, menemukan bahwa seperempat dari anak-anak sekolah di Jakarta memiliki kandungan timbal dalam darah berkisar 10-14.9 ug/dL, artinya melampaui batas yang ditetapkan oleh WHO (*World Health Organization*) tentang ambang batas timbal yang digolongkan tidak beracun yaitu harus dibawah 10 ug/dL. Dikalangan anak-anak, kandungan darah lebih dari 10 ug/dL telah ditemukan pada anak-anak yang hidup di daerah yang padat dengan lalu lintas. Sementara, anak-anak yang tinggal dekat jalan yang rendah kepadatan lalu lintasnya terbukti memiliki kandungan timbal dalam darah lebih rendah.

Pada tahun 1997, sebelum penerapan bensin bebas timbal digunakan di Indonesia, sebuah penelitian dari Heinze ditahun 1998, melaporkan tingkat kandungan timbal dalam darah anak lebih besar dari 10ug/dl, anak-anak yang tinggal di pusat kota lebih tinggi kandungan timbal dalam darah dari pada anak-anak yang tinggal di pinggiran kota daerah utara. Dibandingkan dengan penelitian yang di lakukan oleh Albalak *et.al.*, (2003), persentase kandungan timbal dalam darah antara anak-anak yang tinggal di Jakarta di tahun 1997 lebih tinggi di bandingkan dengan kandungan timbal dalam darah pada tahun 2003. Hasil yang sama juga didapatkan di Semarang pada tahun 1998 dengan kepadatan lalu lintas di jalan utama (Browne, Husni dan Risk, 1999). Kandungan timbal dalam darah antara anak-anak di Jakarta masih lebih tinggi dibandingkan anak-anak di Semarang walaupun penelitiannya dilakukan sebelum penerapan bensin bebas

timbal di Indonesia. Hal ini mungkin disebabkan karena di Jakarta lebih padat lalu lintasnya dibandingkan di Semarang. Bahkan kontaminasi timbal di Jakarta juga ditemukan di dalam tanah dan air kran (Heinze *et.al.*, 1998).

Penelitian lainnya dilakukan oleh Adriyani (2004) di Surabaya (kota kedua terbesar di Indonesia) menemukan bahwa kandungan timbal dalam darah anak-anak masih berada dalam range 10 ug/dL atau lebih rendah dari pada itu. Hal ini diduga terjadi semenjak penggunaan bensin tidak bertimbal telah diterapkan di Indonesia, kandungan timbal dalam darah pada anak-anak di Jakarta telah menurun.

Khusus untuk di Kota Medan, penelitian yang dilakukan oleh Ermi *et.al.*, (2008) menunjukkan bahwa meskipun tidak ada hubungan signifikan antara kadar timbal di udara ambient dengan kadar timbal dalam darah pada pegawai dinas perhubungan terminal antar kota, namun tingkat pencemaran timbal di beberapa terminal di Kota Medan sudah melewati ambang batas 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ yang ditetapkan oleh PP 13/MEN/X/ 2011, seperti di Terminal Amplas $\pm 32,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Terminal Pinang Baris $> 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan di Jl. Brigjend Katamso $\pm 23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Penelitian ini menyarankan perlunya Pemerintah Kota Medan melalui Dinas Perhubungan dan Dinas Kesehatan agar melakukan pengawasan seperti pemeriksaan kualitas udara dan pemantauan kadar timbal dalam darah pada pegawai yang terpapar langsung oleh timbal di udara.

Penelitian lain oleh Chahaya, Dharma dan Simanullang (2005) yang dilakukan di Kota Pematang Siantar, menemukan bahwa kandungan timbal dalam darah antara penarik becak tergolong bervariasi. Data penelitian ini menunjukkan bahwa sebanyak 96 orang tukang becak mesin yang diambil sampel darahnya, terdapat 8 orang (8,3%) dalam kategori normal, 34 orang (53,4%) dalam kategori ditoleransi, 40 orang (41,7%) dalam kategori berlebih, dan 14 orang (14,6%) dalam kategori berbahaya. Hal ini berhubungan dengan jarak rumah dengan jalan protokol, masa kerja dan kebiasaan merokok. Namun usia, jumlah jam kerja perhari, dan kebiasaan memakai alat pelindung diri tidak berhubungan signifikan dengan kadar timbal dalam darah.

Sama halnya seperti keracunan timbal dari emisi gas buang kendaraan bermotor, beberapa sumber keracunan timbal lainnya juga telah diidentifikasi

di Indonesia. Selain identifikasi, Pemerintah juga telah mengatur melalui Kementerian Lingkungan Hidup (2004) dengan menetapkan bahwa nilai ambang batas pada air laut untuk timbal adalah 0.008 ppm, kadmium 0.001 ppm dan merkuri 0.001 ppm.

Sebuah penelitian oleh Lestari dan Edward (2004) yang dilakukan di Sungai Dadap, Clincing dan Ancol Jakarta, menemukan konsentrasi logam berat di Clincing dan Sungai Dadap khususnya sekitar Teluk Jakarta adalah; timbal- 0.0027 ppm, kadmium dan mercury, 0.001 ppm. Konsentrasi logam berat di Sungai Dadap dan Clincing masih di golongkan aman, tidak berbahaya bagi ekosistem air, berdasarkan nilai ambang batas yang ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup.

Sementara itu di Pantai Ancol, konsentrasi timbal adalah 0.55 ppm, cadmium 0.1 ppm and Mercury 0.021 ppm. Konsentrasi logam berat tergolong berbahaya di pantai Ancol karena konsentrasi logam beratnya lebih tinggi dari ambang batas untuk logam berat dalam air laut yang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup yaitu ≥ 0.008 ppm. Menariknya karena Pantai Ancol merupakan salah satu tempat pariwisata di teluk Jakarta maka para wisatawan dan juga masyarakat setempat bisa terkontaminasi oleh timbal, khususnya bagi wisatawan yang mengkonsumsi makanan laut yang ditangkap oleh masyarakat setempat.

Penelitian yang dilakukan oleh Anggraini D (2007) di pesisir Dumai Riau menemukan bahwa konsentrasi timbal di dalam air laut sekitar 1.8 ppm dan dalam sedimen sekitar 64.2 ppm dimana nilai ini lebih tinggi dari nilai ambang batas, dan digolongkan berbahaya bagi ekosistem air laut khususnya bagi hutan bakau, ikan dan tiram. Sudah terkenal bahwa umumnya masyarakat Indonesia, khususnya di daerah pesisir banyak mengkonsumsi ikan, udang dan tiram karena harga yang murah dan mudah didapat. Oleh karena itu, kemungkinan terkontaminasi dengan timbal bagi masyarakat yang hidup di daerah pesisir lebih tinggi karena Pantai Dumai banyak digunakan untuk daerah penangkapan ikan, dan hal itu akan menjadi masalah bagi masyarakat setempat yang mengkonsumsi makanan laut dari pantai.

Diprediksikan bahwa kontaminasi logam berat di air laut sekitar Jakarta dan Dumai Riau berasal dari limbah, karena pantai di daerah ini terletak dekat dengan industri (Lestari dan Edward 2004., Amin 2001., Anggarini 2007). Masyarakat setempat yang tinggal di daerah ini mempunyai resiko yang besar terkontaminasi dengan timbal, khususnya bagi masyarakat pengonsumsi makanan laut. Akan tetapi, di beberapa daerah pesisir lainnya di Indonesia, ikan masih dipertimbangkan aman, walaupun mungkin terkontaminasi dengan timbal. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Ikram(2008) di Selat Malaka menemukan bahwa konsentrasi timbal dalam ikan Kerisi tergolong aman untuk dikonsumsi, karena timbal yang terkandung di dalamnya berada di bawah ambang batas yang telah ditetapkan oleh pemerintah (timbal 0.002 ppm, kadmium and merkuri sebesar 0.001 ppm).

Khusus untuk di Kota Medan, berdasarkan penelitian yang dilaksanakan oleh Ritonga *et.al.*, pada bulan Maret s.d April 2014 di Sungai Belawan Kecamatan Medan Sunggal Kota Medan, konsentrasi logam berat Pb ditemukan mencapai 0,241 mg/l. Hal ini menunjukkan kandungan logam berat Pb di aliran Sungai Belawan bagian tengah sudah melampaui baku mutu, berdasarkan KepMen LH No.51 Th 2004 dimana nilai ambang batas Pb di perairan adalah 0,008 mg/L.

Pengamatan lain dilakukan oleh Al Husainy *et.al.*, di daerah aliran Sungai Percut, Kec. Percut Sei Tuan Kab. Deli Serdang, pada bulan November-Desember 2013, data menunjukkan bahwa logam berat Pb pada air antara 0,04-0,08 mg/l, dan konsentrasi logam berat Pb pada sedimen sungai yaitu antara 2,6 – 2,7 kg/l. Hal ini menunjukkan kandungan logam berat Pb pada daerah aliran Sungai Percut telah melampaui baku mutu yang ditetapkan pemerintah melalui KepMen LH No.51 Th 2004 yaitu 0,008 mg/L.

Hasil pengamatan tentang pencemaran timbal yang cukup tinggi juga di temukan di daerah pesisir pantai Tapak Tuan. Hasil pengamatan menunjukkan kadar rata-rata logam timbal pada air laut pada jarak 10 m dari bibir pantai sebesar $0,8129 \pm 0,1149$ mg/l, pada air laut jarak 2 m sebelah kanan dari jarak 10 m sebesar $0,9247 \pm 0,1572$ mg/l, pada air laut jarak 2 m sebelah kiri dari jarak 10 m sebesar $0,8999 \pm 0,0842$ mg/l, pada air laut jarak 20 m kedalaman 5 m adalah

0,8967 ± 0,0713 mg/l, pada air laut jarak 500 m kadar rata-rata sebesar 0,7127 ± 0,0529 mg/l. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa air laut yang berada di pesisir pantai Tapak Tuan telah terkontaminasi dan telah melebihi batas maksimal cemaran timbal. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup KepMen LH No.51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan diketahui bahwa batas maksimum cemaran pada logam timbal yaitu 0,05 mg/l.

Pencemaran timbal pada media tanah yang telah diidentifikasi, misalnya di Jawa Barat, ada hubungannya dengan sayur sayuran. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Charlena (2004) menemukan bahwa pupuk fosfat yang banyak digunakan oleh petani di Jawa Barat mengandung timbal berkisar 5- 156 ppm. Penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi timbal dalam tanah meningkat apabila dilakukan pemupukan terus menerus. Ditambah lagi, penggunaan pestisida dan herbisida juga mempengaruhi peningkatan kadar timbal dalam tanah. Kebanyakan petani di Indonesia, menggunakan pestisida dan herbisida guna melindungi lahan dan memaksimalkan hasil panen. Charlena (2004) menemukan bahwa pada pestisida dan herbisida yang di gunakan petani pada sayur-sayuran seperti wortel, kentang, bawang merah, cabai merah dan kol di Jawa Barat dan Jawa Tengah tergolong berbahaya. Rosen CJ (2002) mencatat bahwa timbal mudah sekali mengakumulasi pada sayur -sayuran dalam bentuk daun dan umbi-umbian. Rosen CJ (2002) juga menyatakan bahwa ambang batas timbal pada tanah harus kurang dari 300 ppm. Tumbuhan yang tumbuh pada tanah yang mengandung timbal lebih dari 300 ppm tergolong berbahaya untuk dikonsumsi (Rosen, 2002).

Hasil yang cukup mengejutkan juga didapat dari pengamatan disejumlah pasar tradisional dan pasar modern di Kota Medan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jaimin *et.al.*, pada rentang Februari s.d Desember 2011 diketahui bahwa secara keseluruhan, sayur bayam dari pasar tradisional dan pasar modern menunjukkan hasil positif terkontaminasi timbal. Pada penelitian ini, kadar rata-rata logam berat timbal pada bayam yang dijual di pasar tradisional dan pasar modern tersebut, masing-masing dengan nilai 3.7691 ppm dan 2.2341 ppm, artinya sudah melebihi batas maksimum kadar logam berat timbal dalam sayuran yang ditetapkan oleh BPOM No. 03725/B/SK/VII/89 yaitu 2ppm.

Pasaribu *et.al.*, pada 2004 telah merilis data pencemaran timbal terhadap beberapa jenis sayuran bayam, kangkung, daun singkong, sawi, kol, dan kembang kol yang diambil dari lokasi perkebunan sayur di tepi jalan raya Berastagi-Kabanjahe dan Kebun sayur di tepi jalan raya Medan-Marelan. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan ambang batas dalam Surat Keputusan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89 yaitu sebesar 2 mg/kg. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kadar Pb tertinggi terdapat pada sayuran daun singkong pada saat sebelum dicuci sebesar 2,229 mg/kg, sesudah dicuci 1,885 mg/kg. Kadar Pb terendah terdapat dalam sayuran kol yaitu sebelum dicuci sebesar 1,895 mg/kg, dan sesudah dicuci sebesar 1,645 mg/kg.

Adanya paparan timbal pada komponen lingkungan yaitu tanah, air dan udara memungkinkan berkembangnya transmisi pencemaran menjadi lebih luas kepada berbagai makhluk hidup, termasuk manusia. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan dengan menghirup udara yang tercemar, saluran pencernaan dengan air dan makanan yang mengandung Pb(II) (Rosen, 2002).

Timbal yang diserap melalui saluran gastrointestinal pertama sekali diangkut oleh sel darah merah dan didistribusikan ke seluruh organ vaskular. Paparan kronis timbal dapat mengganggu keseimbangan antioksidan dalam sel mamalia. Timbal dilaporkan menyebabkan stress oksidatif dengan menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) seperti radikal superoksida dan radikal hidroksil dan peroksida lipid (Jackie, Haleagrahara dan Chakravarti, 2011). Timbal mempunyai banyak kesamaan aspek dengan kalsium sehingga dapat berkompetisi dalam respirasi mitokondria atau dengan fungsi neurologis. Pb(II) juga dapat menurunkan kemampuan asam ribonukleat untuk berikatan dengan ribosom (Flora, Gupta dan Tiwari, 2012).

Timbal merupakan zat yang sangat beracun jika terserap tubuh. Keracunan timbal terjadi apabila kandungan timbal dalam darah lebih besar dari 10 ug/dl. Keracunan timbal pada orang dewasa berhubungan dengan tekanan darah tinggi, keguguran, lelaki yang kurang subur, gagal ginjal, kehilangan keseimbangan, gangguan pendengaran, anemia, ketulian, dan rusaknya syaraf seperti lambat dalam bereaksi. Pengaruh timbal pada kesehatan anak sangat banyak sekali

termasuk diantaranya; mengurangi perkembangan intelegensi, menjadi hiperaktif, susah dalam belajar, masalah bersikap seperti kurang peduli dan agresif, rusaknya alat pendengaran dan gangguan tumbuh kembang anak (Abdallah^{et.al.}, 2009).

Sebuah grup penelitian dari Laboratorium Kimia Analitik Lingkungan FMIPA Universitas Andalas telah melaporkan beberapa biomaterial yang dapat dijadikan sebagai bahan penyerap ion Pb(II), diantaranya;

- a. Biji sirsak atau *Annona muricata L*, menunjukkan kapasitas serapan maksimum ion Pb(II) sebesar 5,585 g/g pada pH 3, waktu kontak 45 menit, dan kecepatan aduk 150 rpm. Analisis data adsorpsi memenuhi kaidah pseudo second-order dan model isoterm Freundlich. Kapasitas biosorpsi berkurang seiring penambahan massa biosorben. Analisis FTIR membuktikan dominasi gugus karboksil dan hidroksil dalam proses penyerapan ion (Kurniawan ^{et.al.}, 2013). Selain itu untuk memprediksi efisiensi penyerapan ion Pb(II) juga telah dikembangkan sebuah model biosorpsi berdasarkan tiga lapis struktur *Artificial Neural Network* (ANN) (Abdullah ^{et.al.}, 2013).
- b. Kulit lengkung atau *Dimocarpus longan*, menunjukkan pH optimum adsorpsi yaitu pH 5, waktu kontak 90 menit dan kecepatan aduk 200 rpm. Penyerapan ion Pb(II) memenuhi kaidah isoterm adsorpsi linear, sehingga tidak dijumpai kapasitas maksimum adsorpsi ion Pb(II) (Kurniawan ^{et.al.}, 2015).
- c. Daun pepaya (*Carica papaya L*) dan kulit petai (*Parkia speciosa Hassk*) yang telah diaktifasi dengan HNO₃ 0,01 mol/L menunjukkan kondisi optimum daun pepaya adalah pada pH 4, konsentrasi 5400 mg/L sedangkan untuk kulit petai pada pH 5, konsentrasi inisial 590 mg/L. Waktu kontak optimum bagi kedua jenis biosorben adalah 15 menit dan massa biosorben sebesar 0,1 g. Kapasitas biosorpsi daun pepaya sebesar 284,35 mg/g mengikuti isoterm Freundlich dan kapasitas biosorpsi kulit petai sebesar 36,01 mg/g mengikuti isoterm Langmuir. Analisis FTIR membuktikan ada gugus aktif hidroksil dan karboksil dalam proses penyerapan ion Pb(II) (Suyono ^{et.al.}, 2015).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Ghosh *et.al.*,(2012) tentang dampak keracunan logam berat terutama Pb(II) dengan menggunakan ekstrak daun kari (*Murraya koenigi*) sebagai antidot, ditemukan bahwa ekstrak daun kari mampu melindungi jaringan tubuh tikus dari oksidatif stres akibat keracunan timbal (Ghosh *et.al.*, 2012). Penelitian Jackie *et.al.*, (2011), menggunakan ekstrak bunga jahe merah (*Etilingera elatior flower*), menyimpulkan bahwa ekstrak bunga jahe merah memiliki efek antioksidan yang sangat kuat untuk terapi keracunan timbal. Penelitian Riaz *et.al.*, (2011), menemukan bahwa pemberian ekstrak jahe (ginger) secara oral pada tikus dapat melindungi testis akibat keracunan timbal. Hasil penelitian Elgohary *et.al.*, (2009) menunjukkan bahwa tanaman *Angelica archangelica* (celery) memiliki kemampuan untuk menurunkan efek toksisitas timbal karena terkait dengan kemampuan antioksidan dan sifat khelat nya. Attia *et.al.*, (2013) juga melaporkan dampak keracunan timbal-asetat terhadap kerusakan sel hati dapat dikurangi dengan pemberian secara oral ekstrak jahe (*Zingiber officinale R*). Garcia-Nino *et.al.*, (2014) melaporkan oxidative stress pada sel hati yang disebabkan oleh paparan logam berat Pb(II) dapat diatasi dengan pemberian oral ekstrak Curcumin (temulawak).

Sejauh ini belum ditemukan literatur tentang penggunaan daun sirih hijau maupun daun sirih merah sebagai biosorben sekaligus sebagai antidot pada keracunan timbal. Sirih merah (*Piper crocatum*) dan sirih hijau (*Piper betle*) merupakan tanaman asli Indonesia yang tumbuh merambat atau bersandar pada batang pohon lain. Sirih telah lazim digunakan sebagai tanaman obat (fitofarmaka) karena mengandung zat antimikroba (antiseptik), antioksidan, dan anti jamur (Abraham *et.al.*, 2012, Fadlillah *et.al.*, 2015, Arambewela *et.al.*,2006).

B. Rumusan Masalah

1. Apakah daun sirih merah dan sirih hijau dapat digunakan sebagai bahan penyerap ion Pb(II) dalam larutan ?
2. Apakah keracunan ion Pb(II) pada tikus percobaan dapat mempengaruhi organ hati?
3. Apakah keracunan ion Pb(II) dapat mempengaruhi parameter biokimia pada serum tikus percobaan?

4. Apakah daun sirih merah memberi efek protektif pada organ hati tikus percobaan?

C. Tujuan Penelitian

1. Memanfaatkan daun sirih merah dan sirih hijau untuk menyerap ion Pb(II) dalam larutan dengan mempelajari: variasi pH, variasi konsentrasi inisial ion Pb(II), variasi massa biosorben dan waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan ion Pb(II) .
2. Menganalisis mekanisme penyerapan dengan menggunakan model isoterm adsorpsi Freundlich ataupun Langmuir.
3. Menganalisis gugus fungsi apa yang terdapat dalam daun sirih merah dan daun sirih hijau yang kemungkinan berkontribusi terhadap penyerapan Pb(II) secara chemisorpsi dengan menggunakan FTIR.
4. Menganalisis morfologi dari daun sirih merah dan daun sirih hijau sebelum dan sesudah penyerapan ion Pb(II) dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM).
5. Mempelajari pengaruh paparan ion Pb(II), akumulasi di beberapa organ, dan pengaruh pemberian serbuk daun sirih merah dan sirih hijau terhadap kadar parameter serum biokimia pada tikus percobaan meliputi MDA, ureum, kreatinin, SGOT dan SGPT.
6. Mempelajari kerusakan jaringan hati hewan uji karena pemberian ion Pb(II) serta dampak pemberian serbuk daun sirih merah.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan pengetahuan tentang bagaimana mengatasi keracunan ion Pb(II) terhadap kerusakan organ dalam dengan memanfaatkan daun sirih merah dan daun sirih hijau.
2. Dapat mengaplikasikan ilmu yang di dapat untuk kesehatan masyarakat.