

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Selama beberapa tahun terakhir pencemaran air oleh logam berat telah menjadi masalah di seluruh dunia termasuk di Indonesia, sebab logam berat tidak bisa dihancurkan dan dapat terakumulasi dalam perairan (Ozturk *et al*, 2009). Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr) dan nikel (Ni) (Fardiaz, 2006). Peningkatan kadar logam berat pada air akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme dapat berubah menjadi racun dan menimbulkan efek toksik pada biota (Rochyatun *et al*, 2006). Perairan-perairan di Indonesia seperti perairan Halmahera, perairan pulau Bacan Maluku Utara, perairan Semarang, perairan pulau Muna, Kabena dan Buton Sulawesi Tenggara telah tercemar logam berat (Edward *et al*, 2006; Marasabessy *et al*, 2010; Santoso *et al*, 2009; Ahmad, 2009).

Semarang mengalami perkembangan industri yang cukup pesat, dengan didukung sistem transportasi air melalui pelabuhan Tanjung Emas. Perairan ini juga berfungsi sebagai tempat budidaya ikan dan pembuangan berbagai limbah dari darat. Pembuangan limbah yang terus menerus dikhawatirkan akan menimbulkan akumulasi pencemaran logam berat. Berdasarkan monitoring beberapa peneliti pada tahun 1984/1985 dan 1986/1987 diperoleh bukti bahwa perairan pantai Semarang telah terkontaminasi logam berat seperti Pb dan Cd pada air di perairan muara sungai Babon dan Seringan (Wulandari *et al*, 2008). Pencemaran logam berat dalam air ini dapat menyebabkan akumulasi logam berat dalam sedimen dan biota perairan. Sedimen di perairan pelabuhan Tanjung Emas, Dermaga Nusantara, dan Pulau Panjang mengandung logam Cd, Cr, Cu, Pb dan Zn serta teluk Semarang mengandung logam Hg yang terakumulasi pada *Perna viridis* (Takarina & Bachtiar, 2001; Santoso *et al*, 2009).

Kandungan logam berat dalam perairan dapat mengurangi keragaman spesies air dan produktivitas hasil budidaya. Selain itu, konsumsi ikan hasil budidaya yang telah tercemar akan menyebabkan manusia terpapar logam berat. Penelitian sebelumnya menunjukkan logam Cd dapat menyebabkan penyakit *itai-itai* dan logam Pb dapat menurunkan sintesis hemoglobin, gangguan fungsi ginjal, sendi, sistem reproduksi dan kardiovaskular serta kerusakan sistem saraf pusat dan perifer (Jarup, 2002; Singh *et al*, 2010).

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian Evaluasi Cemaran Pb dan Cd Dalam Air pada Pantai dan Daerah Perikanan di Sekitar Kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang sehingga dapat memberikan informasi tingkat cemaran Pb dan Cd saat ini. Penelitian sebelumnya dilakukan pada tahun 1987 sedangkan telah terjadi peningkatan cemaran lingkungan beberapa tahun terakhir sehingga tingkat cemaran logam berat khususnya Pb dan Cd perlu dievaluasi kembali. Penelitian ini menggunakan metode spektrofotometri serapan atom untuk menentukan kadar cemaran Pb dan Cd.

B. Perumusan Masalah

Pokok-pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah air pada daerah pantai dan perikanan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang mengandung cemaran Pb dan Cd?
2. Berapa konsentrasi cemaran Pb dan Cd dalam air pada daerah pantai dan perikanan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan ada tidaknya logam Pb dan Cd yang terdapat dalam air pada daerah pantai dan perikanan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang.
2. Menentukan konsentrasi logam Pb dan Cd yang terdapat dalam air pada daerah pantai dan perikanan di sekitar kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang metode spektrofotometri serapan atom.

D. Tinjauan Pustaka

1. Pencemaran air

Air merupakan kebutuhan pokok manusia, air juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia, yaitu kegiatan industri dan teknologi. Apabila kegiatan tersebut tidak membuang limbah secara sembarangan maka masalah pencemaran air sebenarnya tidak perlu dikhawatirkan. Namun kenyataannya, masih banyak industri atau pusat kegiatan kerja yang membuang limbah ke lingkungan melalui sungai, danau, atau langsung ke laut. Pembuangan air limbah secara langsung ini menyebabkan pencemaran air. Selain itu limbah dari perkampungan, kota, pasar, jalan, terminal, dan rumah sakit juga berkontribusi dalam pencemaran air (Wardhana, 2006; Sastrawijaya, 2000).

Pencemaran air terjadi karena adanya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain yang masuk ke dalam air, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Sunu, 2001). Bahan polutan pada umumnya bersifat racun yang berbahaya bagi organisme hidup (Palar, 1994). Diperlukan pengujian untuk menentukan sifat air sehingga diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batasan polusi air, misalnya: nilai pH, keasaman dan alkalinitas, suhu, warna, bau dan rasa, nilai BOD/COD, pencemaran mikroorganisme patogen, kandungan minyak, kandungan logam berat dan kandungan bahan radioaktif (Fardiaz, 2006). Setiap tahunnya, laut Atlantik, Pasifik, dan beberapa pantai laut dangkal digunakan sebagai tempat pembuangan limbah yang jumlahnya mencapai lebih dari 172 juta metrik ton limbah padat. Polutan tersebut dapat merusak kulit dan insang ikan dan udang dengan mempengaruhi respirasi, ekskresi dan keseimbangan ionik yang dapat menyebabkan kematian (Yudiati *et al*, 2009; Wiryani & Setyawati, 2005).

2. Sumber pencemaran

Sumber pencemaran antara lain adalah sumber domestik, yaitu perkampungan, kota, pasar, jalan, terminal, dan rumah sakit; dan sumber nondomestik, yaitu dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, dan transportasi (Sastrawijaya, 2000). Diperkirakan 20% dari limbah yang dibuang ke

laut ialah limbah industri berupa lumpur lunak (*sludge*), lumpur yang bercampur bahan kimia toksik, agen infeksi dan bahan padat yang berasal dari endapan pengolahan limbah (Darmono, 2001). Sumber logam alamiah bisa berupa pengikisan dari batu mineral. Di samping itu, partikel-partikel logam di udara dikarenakan oleh hujan dapat menjadi sumber logam di badan perairan. Adapun logam yang berasal dari aktivitas manusia berupa buangan sisa dari industri ataupun buangan rumah tangga (Palar, 1994).

3. Logam berat

Istilah logam berat telah digunakan secara luas sebagai istilah yang menggambarkan bentuk dari logam. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4), mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur lantanida dan aktinida, mempunyai respon biokimia spesifik pada organisme hidup (Palar, 1994).

a. Timbal (Pb)

Timbal atau timah hitam, bahasa ilmiahnya *Plumbum (Pb)*, mempunyai nomor atom 82, berat atom (BA) 207,2 dengan pemerian: ukuran kecil, padat dan berwarna abu-abu (NIOSH, 2012). Timbal banyak digunakan dalam industri seperti produksi baterai penyimpanan untuk mobil, amunisi, pelapis kabel, pipa, pewarna dan campuran dalam pembuatan pelapis keramik serta bahan bakar (Fardiaz, 2002; Sudarmaji, 2006). Timbal masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi, pencernaan, kulit dan mata (NIOSH, 2012). Apabila air untuk budidaya ikan telah tercemar logam di atas ambang batas akan menyebabkan kurang produktifnya tambak karena laju pertumbuhan ikan tidak optimal (Purnomo & Muchyiddin, 2007). Kadar Pb 2,75-49,0 ppm akan menyebabkan kematian Biota perairan seperti *crustacea* setelah 24 jam. Kadar Pb 0,1-0,2 ppm menyebabkan keracunan pada jenis ikan tertentu dan pada kadar 188 ppm dapat membunuh ikan-ikan (Tarigan *et al.*, 2003). Toksisitas Pb dapat menyebabkan penurunan sintesis hemoglobin, gangguan fungsi ginjal, sendi, sistem reproduksi dan kardiovaskular serta kerusakan kronis pada sistem saraf pusat dan perifer (Singh, 2010).

b. Kadmium (Cd)

Logam Cd atau cadmium (kadmium) mempunyai berat molekul (BM) 112,4 dengan pemerian: putih, kebiru-biruan mengkilat, padat dan tidak berbau. Penggunaan Cd umumnya sebagai stabilisasi. Pemanfaatan Cd dan persenyawaannya digunakan sebagai zat warna, industri baterai, dunia fotografi senyawa cadmium bromida dan cadmium ionida, pembuatan tetraetil-Pb, perindustrian manufaktur polyvinil khlorida (PVC) (Palar, 1994). Cd dapat masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi dan pencernaan (NIOSH, 2012). Kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan seperti bangsa udang-udangan (*crustaceae*) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-504 jam bila terlarut logam atau persenyawaan Cd sebesar 0,005-0,15 ppm. Untuk keluarga *oligochaeta* akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-96 jam bila terlarut logam Cd atau persenyawaannya sebesar 0,0028-4,6 ppm (Palar, 1994). Cd dapat menyebabkan penyakit *itai-itai*, kerusakan paru seperti emfisema, bronkiolitis dan alveolitis serta ginjal dapat mengalami inhalasi subkronik (Jarup, 2002; Singh, 2010).

4. Pelabuhan Tanjung Emas

Tanjung Emas merupakan sebuah daerah di Semarang, yang terletak pada bagian utara Semarang. Di sekitar kawasan Tanjung Emas, terdapat Pelabuhan Tanjung Emas, tambak budidaya ikan, kawasan perkampungan, dan juga kawasan industri. Keberadaan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang berada pada posisi $06^{\circ} - 53' - 00''$ s/d $06^{\circ} - 57' 00''$ LS dan $110^{\circ} - 24' 00''$ s/d $110^{\circ} - 26' 00''$ BT dan dari segi geografis termasuk dalam wilayah Kelurahan Tanjungmas dan berbatasan langsung dengan Kelurahan Bandarharjo sehingga tidak dapat dipungkiri bahwa bahwa keberadaan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang sedikit banyak telah membawa pengaruh baik pengaruh fisik maupun pengaruh lingkungan masyarakat yang ada di wilayah sekitar. Seiring kemajuan perekonomian maka pada Pelabuhan Tanjung Emas dibangunlah beberapa fasilitas pendukung Daerah Lingkungan Kerja Pelabuhan (DLKR) yang terdiri

dari DLKR Daratan seluas 636 Ha dan DLKR Perairan dengan luas 17.800 Ha (Reynold, 2004).

Pelabuhan Tanjung Emas Semarang merupakan sarana yang multifungsi, selain sebagai sarana transportasi juga sebagai sarana perdagangan dan bisnis, industri, rekreasi, cagar budaya dan permukiman seperti yang tertera (Gambar 1). Industri dikawasan terdapat industri tekstil (Richtex Garmino dan Cedratex Indah), industri tepung terigu (Sriboga Ratu Raya) dan PLTU (Anonim, 2009). Disamping melaksanakan program keselamatan dan kesehatan kerja untuk kegiatan operasionalnya, industri tersebut harus menjaga kualitas lingkungannya, seperti kualitas air, kebersihan area kerja pelabuhan, kualitas udara dan kebisingan (Reynold, 2004).



Gambar 1. Peta kawasan pelabuhan Tanjung Emas. A: kawasan pelabuhan, B: kawasan industri, C: kawasan budidaya ikan, D: kawasan pemukiman.

5. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah metode analisis yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur di dalam suatu bahan dengan tingkat kepekaan, kecepatan, ketelitian, dan selektifitas yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk menganalisis sampel dalam jumlah kecil dan zat konsentrasi rendah (Khopkar, 2003). SSA digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sekelumit (*trace*) dan sangat kelumit (*ultra trace*). Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak

tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. Cara ini cocok untuk menganalisis kelumit logam karena mempunyai kepekaan yang tinggi (batas deteksi kurang dari 1 ppm), pelaksanaannya relatif sederhana dan interferensinya sedikit (Rohman, 2007). Penggunaan SSA dalam penelitian logam berat sangat luas, seperti logam Hg, Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni pada air, ikan, crustacea, kerang, dan sedimen (Edward *et al*, 2006; Tarigan *et al*, 2003; Wulandari, 2008; Wiryani & Setyawati, 2005).

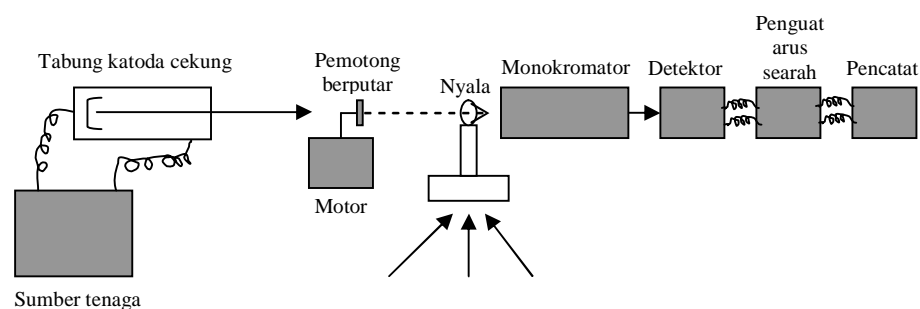
a. Prinsip

Prinsip SSA didasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom yang mana transisi elektron suatu atom bersifat spesifik. Dengan menyerap energi, maka diperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat ditingkatkan energinya ke tingkat eksitasi. Keberhasilan metode ini tergantung pada proses eksitasi dan cara memperoleh garis resonansi yang tepat. Temperatur nyala harus sangat tinggi (Rohman, 2007).

Analisis air menggunakan SSA diperlukan proses destruksi, yaitu suatu proses pemutusan ikatan organologam menjadi ion anorganik bebas menggunakan asam kuat seperti asam nitrat. Asam nitrat merupakan oksidator kuat yang dapat melarutkan hampir semua logam dan dapat mencegah pengendapan unsur logam. Selain itu proses destruksi ini dapat menghilangkan matrik yang dapat mengganggu analisa menggunakan SSA (Murtini, 2009).

b. Instrumentasi

Berikut ini merupakan gambar dari rangkaian instrumen-instrumen yang diperlukan dalam metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA):



Gambar 2. Komponen SSA Shimadzu Seri AA-6650 (Shimadzu Corporation)

Instrumen-instrumen yang digunakan antara lain: tabung katoda cekung, pemotong berputar, monokromator, detektor, sumber tenaga, motor, unit atomisasi (dengan nyala atau tanpa nyala), penguat arus searah, dan pencatat (Gambar 2). Prinsip spektrofotometri serapan atom adalah adanya interaksi antara energi (sinar) dan materi (atom). Jumlah radiasi yang terserap, tergantung pada jumlah atom bebas yang terlibat dan kemampuannya untuk menyerap materi. Penyerapan energi cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom netral dalam keadaan dasarnya tergantung pada sifat unsuranya. Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan, maka sebagian cahaya akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada pada sel.

Cuplikan yang diukur oleh SSA berupa larutan. Larutan cuplikan mengalir ke dalam ruang pengkabutan, karena terhisap oleh aliran gas bahan bakar dan oksigen yang cepat. Di dalam SSA, nyala berguna untuk pembentukan atom. Atom-atom unsur logam dapat menyerap sinar dengan panjang gelombang tertentu. Penyerapan sinar ini sebanding dengan konsentrasi atom-atom dalam nyala. Setiap pengukuran dengan SSA, kita harus menggunakan *hallow cathode* khusus. *Hallow cathode* ini akan memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom. Dengan mengukur penyerapan cahaya oleh atom-atom dalam nyala, maka konsentrasi unsur logam dalam cuplikan tersebut dapat ditentukan. Sebelum dilakukan pengukuran absorbansi, cuplikan harus dilarutkan dulu baik dalam air ataupun asam, hingga diperoleh larutan homogen. Prinsip analisis dengan SSA adalah interaksi antara energi radiasi dengan atom unsur yang dianalisis. Atom suatu unsur akan menyerap energi, dan terjadi eksitasi atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini tidak stabil dan akan kembali ke tingkat dasar dengan melepaskan sebagian atau seluruh tenaga eksitasinya dalam bentuk radiasi. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala.

E. Keterangan Empiris

Air pada pantai dan daerah perikanan di sekitar kawasan pelabuhan Tanjung Emas tercemar Pb dan Cd dengan kadar yang melebihi ambang batas yang ditetapkan.