

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Sungai Bengawan Solo termasuk dalam 33 sungai di Indonesia yang dinyatakan telah tercemar limbah oleh tim Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KNLH). Salah satu sumber pencemaran pada sungai tersebut adalah limbah pabrik/industri (Anonim<sup>a</sup>, 2006). Terdapat 50 pabrik di sekitar Sungai Bengawan Solo pada tahun 2001 dan 42 diantaranya terletak di wilayah Karanganyar. Jenis industri tersebut meliputi pabrik tekstil, penyamakan kulit, Mono Sodium Glutamate (MSG)/vetsin, alkohol konveksi/batik, dan cat (Solikun, 2004). Kemungkinan besar limbah yang dihasilkan dari industri tersebut mengandung logam berat seperti Pb yang digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar, pigmen timbal dalam cat (Frank, 1995) dan Cd yang digunakan sebagai campuran warna pada industri konveksi/batik (Fardiaz, 1992).

Salah satu bentuk pencemaran sungai yang membahayakan adalah logam berat. Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr) dan nikel (Ni) (Fardiaz, 1992). Kadmium dapat menyebabkan nefrotoksisitas (toksik ginjal), dan pada keracunan kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi (Darmono, 2001). Keracunan logam Pb dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan organ tubuh, seperti sistem syaraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, sistem endokrin, dan jantung (Palar, 1994).

Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan dengan menentukan kandungan logam berat di dalamnya. Kandungan logam berat dalam ikan erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri di sekitar tempat hidup ikan tersebut, seperti sungai, danau, dan laut (Supriyanto, 2007). Logam berat diakumulasi dalam lingkungan sungai dan ditransfer ke organisme sungai misalnya ikan. Ketika konsentrasi logam dalam ikan melebihi ambang batas normal, ikan menjadi beracun dan menyebabkan beberapa masalah kesehatan (Setyarini, 2005).

Berbagai jenis ikan dapat ditemukan di Sungai Bengawan Solo, seperti lele, mujair, sapu-sapu, bader, wader, nila dan sering dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan sumber protein hewani yang murah untuk dikonsumsi. Penelitian tentang kandungan logam berat (Cu, Cd, Pb) dalam ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) di Sungai Bengawan Solo menunjukkan bahwa kandungan rata-rata dari Cu 0,027 mg/100g, Cd 0,005 mg/100g, dan Pb 0,042 mg/100g yang melebihi ambang batas maksimal pencemaran logam dalam makanan, sehingga tidak aman untuk dikonsumsi (Setyarini, 2005). Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk analisis kadar logam berat Pb dan Cd pada ikan nila dari Sungai Bengawan Solo di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, maka penelitian ini dapat disusun perumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam perairan Sungai Bengawan Solo di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta mengandung logam Pb dan Cd ?
2. Berapa konsentrasi logam Pb dan Cd dalam ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam perairan Sungai Bengawan Solo di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk :

1. Mengetahui ada tidaknya logam Pb dan Cd yang terdapat dalam ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam perairan Sungai Bengawan Solo di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta.
2. Mengetahui konsentrasi logam Pb dan Cd yang terdapat dalam ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam perairan Sungai Bengawan Solo di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta.

## **D. Tinjauan Pustaka**

### **1. Pencemaran Air**

Air merupakan zat yang penting dalam kehidupan makhluk hidup di dunia ini, dari hewan yang berspesies terendah sampai tertinggi, juga manusia dan

tanaman. Air yang normal sebenarnya tidak mempunyai rasa. Timbulnya rasa yang menyimpang biasanya disebabkan oleh adanya polusi, dan rasa yang menyimpang tersebut biasanya dihubungkan dengan baunya karena pengujian terhadap rasa air jarang dilakukan. Air yang mempunyai bau tidak normal juga dianggap mempunyai rasa yang tidak normal (Fardiaz, 1992). Bahan kimia inorganik seperti asam, garam, dan bahan toksik logam seperti Pb, Cd, Hg dalam kadar yang tinggi dapat menyebabkan air tidak enak untuk diminum (Darmono, 1995).

Sumber pencemaran air dapat dibedakan menjadi sumber domestik (rumah tangga) yaitu dari perkampungan, kota, pasar, jalan, terminal, rumah sakit, dan sebagainya, serta sumber non domestik, yaitu dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lainnya. Sedangkan bentuk pencemar dapat dibagi menjadi bentuk cair, bentuk padat dan bentuk gas serta kebisingan (Sastrawijaya, 2000). Polutan air dapat dibedakan menjadi dua, yaitu limbah digradabel dan non digradabel. Limbah digradabel yaitu limbah yang dapat terdekomposisi atau dapat dihilangkan dari perairan dengan proses biologis alamiah, seperti limbah domestik. Sedangkan limbah non digradabel adalah limbah yang tidak dapat dihilangkan dari perairan dengan proses biologis alamiah, seperti limbah radiologi dan senyawa organik (Sunu, 2001).

## **2. Pencemaran Logam Berat**

Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

- a) Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4)

- b) Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida
- c) Mempunyai respon biokimia khas (spesifik) pada organisme hidup (Palar, 1994).

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia (Darmono, 1995). Logam-logam berat umumnya memiliki daya racun yang mematikan terhadap organisme. Apabila air sudah tercemar logam berbahaya akan mengakibatkan hal-hal yang buruk bagi kehidupan. Begitu pula akibat buruk terhadap penduduk yang tinggal di sekitarnya, sebagai contoh tragedi minamata di Jepang akibat pencemaran merkuri (Darmono, 1995). Secara sederhana logam-logam ini mengakibatkan kematian terhadap beberapa jenis biota perairan (Palar, 1994).

### **3. Logam Berat**

#### **a. Timbal (Pb)**

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai penyimpan untuk mobil. Penggunaan lainnya dari timbal adalah untuk produk-produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder, bahan kimia, pewarna, dan lain-lain (Fardiaz, 1992). Selain itu timbal juga terdapat dalam cat, perhiasan dan kosmetik (Suherni, 2010).

Badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb sehingga jumlah Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya dapat menyebabkan kematian bagi biota perairan. Konsentrasi Pb yang mencapai

188 mg/L dapat membunuh ikan-ikan (Palar, 1994). Konseantrasi Pb yang diperbolehkan dalam ikan untuk dikonsumsi adalah kurang dari 0,3 ppm (Anonim<sup>b</sup>, 2009).

Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 1994). Makanan dan minuman yang terkena kontaminasi tersebut dapat menyebabkan keracunan fatal pada manusia (Gunawan, 2007). Pb yang tertinggal di dalam tubuh baik dari udara maupun melalui makanan/minuman akan mengumpul terutama di dalam tulang (90-95%). Tulang berfungsi sebagai tempat pengumpulan Pb karena sifat  $Pb^{2+}$  yang hampir sama dengan  $Ca^{2+}$  (Fardiaz, 1992).

Keracunan Pb dapat menyebabkan terjadinya anemia akibat penurunan sintesis globin walaupun tak tampak adanya penurunan kadar zat besi dalam serum. Dapat dikatakan bahwa gejala anemia merupakan gejala dini dari keracunan Pb pada manusia (Sudarmadji, 2006). Logam berat Pb dapat menyebabkan gangguan pada sistem reproduksi berupa keguguran, kesakitan dan kematian janin. Logam berat Pb mempunyai efek racun terhadap gamet dan dapat menyebabkan cacat kromosom. Anak -anak sangat peka terhadap paparan Pb di udara. Paparan Pb dengan kadar yang rendah yang berlangsung cukup lama dapat menurunkan IQ (Sudarmadji, 2006). Gejala lain yang sering timbul ialah mual, muntah, dengan muntahan menyerupai susu karena Pb klorida, dan sakit perut hebat. Tinja warna hitam karena Pb sulfida, dapat disertai diare atau konstipasi (Gunawan, 2007).

## **b. Kadmium (Cd)**

Sumber Pencemaran kadmium berasal dari penggunaan kadmium yaitu sebagai bahan stabilisasi sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating. Selain itu banyak digunakan dalam industri-industri ringan, seperti pada pengolahan roti, pengolahan minuman, industri tekstil dan lain-lain (Palar, 1994)

Batas maksimum cemaran logam Cd dalam pangan adalah 0,1 ppm (Anonim<sup>b</sup>, 2009). Logam Cd bersifat teratogenik, apabila logam Cd masuk dalam tubuh maka akan menyebabkan kerusakan anggota tubuh. Salah bentuk tubuh/organ pada janin terjadi jika Cd diberikan pada individu yang sedang hamil yaitu salah bentuk rahang atas dan muka, rusuk dan kaki. Salah satu contoh kasus keracunan akibat pencemaran Cd adalah timbulnya penyakit itai-itai di Jepang (Palar, 2004). Kadmium juga berpengaruh terhadap perkembangan sistem syaraf dan mengakibatkan gangguan pada otak seperti *hydrocephalus* dan *exococephalus*. Toksisitas setelah kelahiran juga menyebabkan gangguan seperti kurang reflex terhadap respon, hipoaktivitas, *impairment* dalam koordinasi dan aktivitas belajar (Darmono, 1995).

Keracunan akut biasanya terjadi karena menghirup debu dan asap yang mengandung kadmium (kadmium oksida), dan garam kadmium yang termakan. Efek toksik dini disebabkan oleh peradangan setempat. Toksisitas bisa berkembang menjadi edema paru atau emfisema residual (Gunawan, 2007). Gejala umum keracunan Cd adalah sakit di dada, nafas sesak (pendek), batuk-batuk dan lemah (Sudarmadji, 2006).

#### **4. Sungai Bengawan Solo**

Wilayah Sungai Bengawan Solo terletak di Provinsi Jawa Tengah dan Provinsi Jawa Timur yang berada pada 110° 18' BT-112° 45' BT dan 6° 49' LS - 8° 08' LS. Sungai Bengawan Solo merupakan sungai terpanjang di Pulau Jawa (600 km) yang mengalir dari Pegunungan Sewu di Barat-Selatan Surakarta ke Laut Jawa di utara Surabaya. Berdasarkan Permen PU No.11 A Tahun 2006, Sungai Bengawan Solo merupakan Sungai lintas provinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur. Luas total Sungai Bengawan Solo sekitar 19.783 km<sup>2</sup> (Anonim<sup>c</sup>, 2010).

Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 Sungai Bengawan Solo termasuk dalam kelas sungai kelas kedua, karena air Sungai Bengawan Solo dapat digunakan untuk sarana/prasarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (Anonim<sup>d</sup>, 2010). Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Departemen Pekerjaan Umum Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo menyatakan bahwa Sungai Bengawan Solo dimanfaatkan sebagai air domestik PDAM dan Non-PDAM, air industri, air untuk pertanian, dan perikanan (Anonim<sup>d</sup>, 2010). Namun kini Sungai Bengawan Solo telah tercemar oleh limbah industri. Berdasarkan penelitian Setyarini (2005) bahwa Sungai Bengawan Solo telah tercemar logam berat Cu, Cd, dan Pb.

#### **5. Nila (*Oreochromis niloticus*)**

##### **a. Klasifikasi Ikan Nila**

Darwisito (2006) menyatakan secara taksonomik ikan nila diklasifikasikan ke dalam :

Filum	: Chordata
Sub Filum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Sub Kelas	: Acanthopterygi
Ordo	: Percomorphi
Sub Ordo	: Percoidea
Famili	: Cichlidae
Genus	: Oreochromis
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

#### **b. Sifat Biologi, Lingkungan Hidup, Makanan, dan Penyebaran**

Ikan nila termasuk golongan organisme akuatik yang bersifat *eurihalin*, artinya mempunyai kemampuan untuk bertahan hidup pada media dengan kisaran salinitas yang lebar. Induk ikan betina mengerami telur dan larvanya dalam rongga mulut, menjaga dan membesarkan larvanya sendiri, dan secara alami ikan nila dapat memijah sepanjang tahun di daerah tropis. Proses pemijahan ikan nila berlangsung sangat cepat, yaitu dalam waktu 50-60 detik mampu menghasilkan 20-40 butir telur yang dibuahi. Telur yang telah dibuahi dierami dalam mulut (*mouth breeder*) induk betinanya selama 4-5 hari (Darwisito, 2006).

Ikan nila merupakan jenis ikan konsumsi air tawar dengan bentuk tubuh memanjang dan pipih kesamping dan warna putih kehitaman. Karakteristik yang paling membedakan ikan nila dengan ikan yang lain adalah adanya garis-garis vertikal teratur sepanjang kedalaman sirip ekor (Gambar 1) Spesies ini terdiri dari berbagai warna dari nila biasa, nila merah (nirah) dan nila albino (Prihatman, 2000).



**Gambar 1. Ikan Nila**

Ikan nila memiliki kemampuan menyesuaikan diri yang baik dengan lingkungan sekitarnya. Ikan memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan hidupnya. Sehingga ia bisa dipelihara di dataran rendah yang berair payau maupun dataran yang tinggi dengan suhu yang rendah. Ia mampu hidup pada suhu 14-38<sup>0</sup> C. Dengan suhu terbaik adalah 25-30<sup>0</sup> C. Hal yang paling berpengaruh dengan pertumbuhannya adalah salinitas atau kadar garam jumlah 0-29 % sebagai kadar maksimal untuk tumbuh dengan baik. Meski ia bisa hidup di kadar garam sampai 35% namun ia sudah tidak dapat tumbuh berkembang dengan baik (Pondaag, 2010).

Ikan nila berasal dari Sungai Nil dan danau-danau sekitarnya. Sekarang ikan ini telah tersebar ke negara-negara di lima benua yang beriklim tropis dan subtropis. Sedangkan di wilayah yang beriklim dingin, ikan nila tidak dapat hidup baik. Ikan nila disukai oleh berbagai bangsa karena dagingnya enak dan tebal seperti daging ikan kakap merah. Bibit ikan didatangkan ke Indonesia secara resmi oleh Balai Penelitian Perikanan Air Tawar pada tahun 1969. Setelah melalui masa penelitian dan adaptasi, barulah ikan ini disebarluaskan kepada petani di seluruh Indonesia. Nila adalah nama khas Indonesia yang diberikan oleh Pemerintah melalui Direktur Jenderal Perikanan. Sebagai sumber penyediaan protein hewani (Prihatman, 2000)

## 6. Spektrofotometri Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom 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 analisis kelumit logam karena mempunyai kepekaan yang tinggi (batas deteksi kurang dari 1 ppm), pelaksanaannya relatif sederhana dan interferensinya sedikit (Gandjar dan Rohman, 2007).

Metode Spektrofotometri Serapan Atom memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan metode-metode lain, yaitu :

- 1) Menentukan konsentrasi hampir semua unsur pada tingkat runut.
- 2) Kecepatan analisis dan ketelitian yang akurat sehingga tidak diperlukan pemisahan.
- 3) Sebelum pengukuran tidak perlu dilakukan pemisahan unsur yang akan ditentukan walaupun dalam sampel terdapat banyak unsur (Khopkar, 1990).

### a. Prinsip Analisis Spektrofotometri Serapan Atom

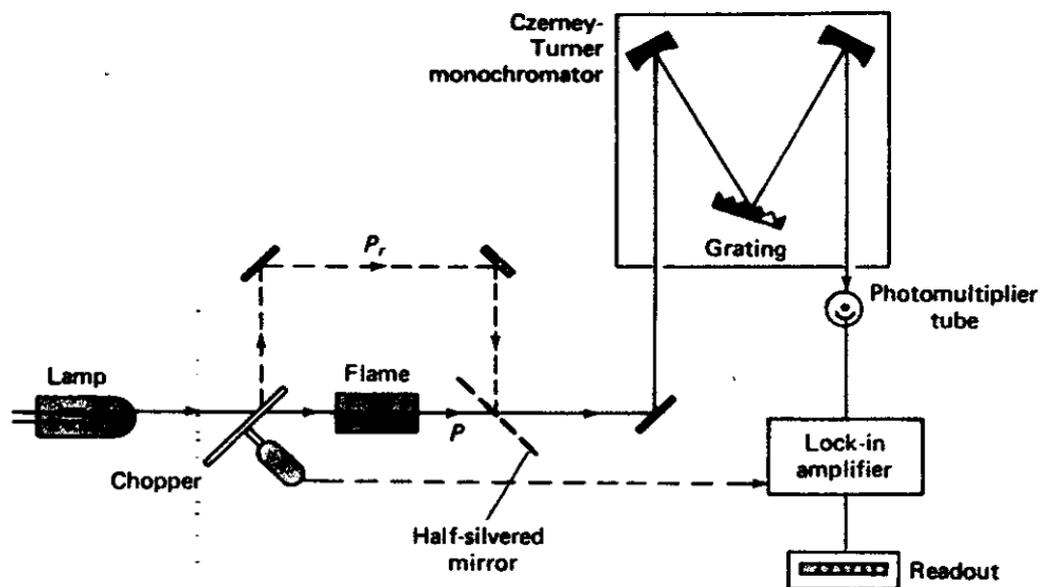
Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur di dalam suatu bahan dengan tingkat kepekaan, kecepatan, ketelitian, dan selektifitas yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk menganalisis sampel dalam jumlah kecil dan zat konsentrasi rendah (Khopkar, 1990).

Cara kerja mesin ini berdasarkan penguapan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut

mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*) yang mengandung unsur yang ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Biasanya larutan yang diperlukan hanya 1-100  $\mu\text{l}$  dengan temperatur pembakaran mencapai  $3000^{\circ}\text{C}$  (pembakaran secara elektrik). Proses atomisasi dengan temperatur yang tinggi tersebut dapat menyempurnakan proses pengatoman dari suatu larutan sampel (Darmono, 1995).

### b. Instrumentasi

Suatu Spektrofotometer Serapan Atom terdiri dari : sumber radiasi, pembakar, monokromator, detektor dan pencatat.



Gambar 2. Skema Spektrofotometer Serapan Atom (Skoog, 1980)

### **E. Landasan Teori**

Data di kantor Dinas Perindustrian Jateng menyebutkan bahwa Sungai Bengawan Solo bagian hulu menampung 108 pabrik aneka industri, 5 pabrik kimia dasar, 9 pabrik industri kecil, dan 9 pabrik industri logam. Pabrik-pabrik tersebut memiliki sistem pengolahan limbah, tetapi sering membuang limbahnya pada malam hari tanpa diolah terlebih dahulu (Anonim<sup>a</sup>, 2006). Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya menunjukkan terdapatnya cemaran logam berat Hg dalam air dan ikan di sungai Bengawan Solo (Riyatun, 2004). Setyarini (2005) menyatakan bahwa kadar ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) di Sungai Bengawan Solo telah tercemar logam berat Cu, Cd, dan Pb dan telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Semua logam berat ini dapat terakumulasi di air, sedimen, tanaman, dan biota air yang salah satunya ikan dan bentuk organiknya (Pratami, 2011). Senyawa organik memiliki kelarutan dalam air yang lebih tinggi dibanding anorganik, sehingga senyawa Pb dalam bentuk organik lebih banyak terdapat dalam air dan biota air (Fauzi, 2008). Ikan sebagai contoh biota air akan menjadi sumber akumulasi logam berat organik.

### **F. Hipotesis**

Logam Pb dan Cd terdapat dalam Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang berada di perairan Sungai Bengawan Solo di sekitar kawasan industri Jurug Surakarta dan melebihi ambang batas pencemaran yang berlaku

