

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kali Surabaya merupakan salah satu sungai di Indonesia yang mengalami tekanan antropogenik (Rasyad, 2017). Tekanan antropogenik tersebut berupa limbah dari aktivitas manusia dimana diantaranya merupakan limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun, yang dikenal di masyarakat sebagai limbah B3. Limbah B3 memiliki banyak jenis salah satunya yaitu logam berat (Muttaqin, 2013).

Pada Kali Surabaya pencemaran logam berat di badan air sangatlah tinggi, terutama pencemaran berupa logam berat timbal (Pb). Hal ini dibuktikan dari penelitian Rasyad tahun 2016 dimana kadar Pb Kali Surabaya telah mencapai (0,2925 ppm – 0,3075 ppm). Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa air di Kali Surabaya telah tercemar logam berat timbal yang mana kadar logam berat timbal telah melampaui 875% - 925% dari baku mutu yang ditetapkan (baku mutu kandungan logam berat timbal di air Kali Surabaya sebesar 0,03 ppm). Pencemaran oleh logam berat Pb berasal dari banyak sumber, terutama dari industri yang berada di aliran Sungai Brantas hingga hilir Kali Surabaya (Rasyad, 2017)

Menurut data Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur Tahun 2003 menyebutkan bahwa, disepanjang bantaran Kali Surabaya terdapat lebih dari 6792 bangunan yang terdiri dari bangunan pemukiman dan industri (Arisandi dan Rini, 2015). Terdapat beberapa macam industri yang berdiri di sepanjang bantaran Kali

Surabaya dan berpotensi membuang limbah yang mengandung timbal ke badan sungai, diantaranya yaitu 11 industri kertas, 3 industri penyamakan kulit, 3 industri tekstil, 1 industri minyak, 1 industri mur dan baut, dan 1 industri enamel (Rasyad, 2017). Selain itu banyaknya bangunan pemukiman yang berdiri di bantaran Kali Surabaya juga menyumbang beban pencemaran domestik, menurut Arisandi dan Rini (2015) beban pencemaran domestik di Kali Surabaya mencapai 75,5 ton per hari. Diantara pencemaran domestik tersebut banyak bahan rumah tangga yang dibuang yang mengandung logam berat Pb diantaranya yaitu barang elektronik, baterai, dan plastik (Rasyad, 2017)

Banyaknya beban pencemaran timbal yang masuk kedalam perairan Kali Surabaya, sangatlah berpotensi mencemari ekosistem benthik Kali Surabaya. Logam berat Pb yang berada di perairan masuk ke dalam ekosistem benthik melalui komponen abiotiknya yaitu sedimen. Menurut Setiawan (2013), logam berat berat yang masuk ke dalam perairan dalam waktu tertentu akan mengendap ke dasar perairan dan terserap dalam sedimen. Sifat logam berat yang mudah mengendap dan terserap kedalam sedimen ini membuat tekanan pencemaran logam berat terutama timbal lebih tinggi di ekosistem benthik sungai dibanding pada ekosistem perairan sungai yang lain (Usman *et al*, 2013). Hal ini juga didukung oleh pendapat Sumekar *et al*, (2015) dimana pada sedimen (komponen abiotik ekosistem benthik) tekanan pencemaran logam berat sangatlah tinggi, hal ini dikarenakan pada sedimen selain sebagai tempat mengendapnya logam berat di perairan, juga mendapat efek dari sifat logam berat tersebut yaitu *non biodegradable* sehingga jumlahnya cenderung meningkat.

Masuknya logam berat ke ekosistem benthik tidak hanya mempengaruhi komponen abiotiknya saja tetapi juga mempengaruhi komponen biotiknya berupa biota yang hidup di ekosistem benthik, diantaranya yaitu ikan (Muttaqin, 2013). Ikan yang hidup pada ekosistem benthik dapat menyerap logam berat yang berada di perairan terutama yang berada pada sedimen, dimana ikan akan mengakumulasi logam berat tersebut dan mentransfernya melalui proses rantai makanan (Usman *et al*, 2013). Berdasarkan besarnya potensi tekanan pencemaran logam berat timbal tersebut terhadap ekosistem benthik, maka perlu dilakukan suatu pengukuran yang dapat menggambarkan besarnya pencemaran logam berat terutama Pb di ekosistem ini.

Terdapat banyak cara pengukuran yang dapat menggambarkan seberapa besar tingkat pencemaran di suatu perairan, seperti secara kimia maupun fisika. Dalam pelaksanaannya, hasil pengukuran kualitas perairan secara kimia dan fisika bersifat terbatas dan kurang memungkinkan peneliti untuk memantau seluruh perubahan variabel yang berkaitan dengan kehidupan akuatik dan kondisi ekologi (Wardhana, 2006). Menurut Rasyad (2017) pengujian fisik dan kimia cenderung fluktuatif dimana nilainya mudah berubah mengikuti kondisi alam, seperti adanya pengenceran saat terjadinya hujan. Menurut Seta (2017), perlu adanya pengujian lain yang mampu membantu menggambarkan pencemaran limbah B3 berupa logam berat di Kali Surabaya, pengujian lain tersebut diantaranya menggunakan bioindikator.

Penggunaan bioindikator, akhir-akhir ini lebih sering diperhatikan. Hal ini karena penggunaan bioindikator lebih tegas dalam mengekspresikan kerusakan dan

pencemaran sungai (Viarengo *et al*, 2007). Bioindikator adalah penggunaan komponen biologis makhluk hidup sebagai indikator adanya stressor yang masuk ke dalam lingkungan yang menyebabkan adanya perubahan dalam komponen biologis makhluk hidup tersebut baik berupa perubahan kadar maupun gangguan pada komponen biologis makhluk hidup (Goodwin *et.al*, 2007). Dalam bioindikator, respon biologis yang diukur adalah level terendah dalam organisasi biologis, seperti: respon-respon molekuler, biokimiawi dan fisiologis, sehingga hasil yang diberikan bersifat jangka pendek dan sangat sensitif yang merupakan respon organisme terhadap *stressor* di dalam lingkungan. Menurut Tugiyono *et al*, (2011) bahwa salah satu kunci fungsi dari bioindikator adalah sebagai tanda peringatan dini dari pengaruh xenobiotik secara biologis. Respon dini tingkat molekuler, biokimiawi, dan fisiologis terhadap kualitas lingkungan memberikan peluang untuk melakukan langkah preventif sebagai upaya pencegahan akan pencemaran lingkungan. Berdasarkan hal tersebut maka sangatlah cocok penggunaan bioindikator dalam menggambarkan seberapa besar pencemaran logam berat Pb di ekosistem benthik Kali Surabaya. Bahkan menurut Hanson (2008) bioindikator tidak hanya dapat menggambarkan seberapa besar pencemaran logam berat di suatu perairan, tetapi kemampuannya sebagai respon dini terhadap pencemaran di suatu perairan membuat bioindikator dapat memonitoring pencemaran di suatu perairan, sehingga secara dini pencemaran di suatu ekosistem perairan dapat dicegah atau dimonitor.

Salah satu biota perairan yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat perairan yaitu ikan (Filipic *et al*, 2006). Penggunaan ikan

sebagai bioindikator juga pernah dilakukan di Sungai Brantas oleh Hayati *et al* pada tahun 2016 dimana ditemukan kadar limbah B3 logam berat timbal yang telah melampaui baku mutu yang ditetapkan pada organ insang ikan bader putih (*Barbonymus gonionotus*) (Hayati *et al*, 2017)

Pada ekosistem benthik, penggunaan ikan sebagai bioindikator dilakukan pada ikan yang bersifat benthik. Pada Kali Surabaya golongan ikan benthik didominasi oleh golongan ikan *catfishes* yang mana berasal dari ordo Siluriformes (Rasyad, 2017). Ikan ordo Siluriformes sangatlah cocok digunakan sebagai bioindikator pada ekosistem benthik sungai ini, hal ini dikarenakan selain habitat hidupnya yang cenderung di bagian benthik, ikan ordo ini sangatlah banyak ditemukan di Kali Surabaya (Rasyad, 2017). Kali Surabaya merupakan habitat golongan ikan *Catfishes* (ordo Siluriformes), yang mana posisi Kali Surabaya merupakan bagian hilir dari Sungai Brantas sebelum memecah menjadi dua cabang sungai yang menuju muara, dimana posisi Kali Surabaya ini sesuai dengan pendapat Vannote *et al* (1980) dimana pada sungai yang berukuran lebar atau hilir sungai (orde > 6) didominasi oleh invertebrata jenis *Collector* dan biasanya didominasi oleh golongan ikan *Catfishes* (ordo Siluriformes).

Terdapat 6 spesies ikan ordo siluriformes yang ditemukan di Kali Surabaya, dimana 2 spesies paling banyak ditemukan yaitu *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus*. Pada 4 spesies yang lain seperti *Hemibragus nemurus*, *Clarias batrachus*, *Clarias gariepinus* dan *Liposarcus pardalis* jarang ditemukan (Rasyad, 2017).

Bagian tubuh ikan yang cocok digunakan sebagai bioindikator dalam

menggambarkan pencemaran logam berat Pb di ekosistem perairan salah satunya yaitu insang (Zen, 2017). Rajeshkumar dan Li (2018) yang menyatakan bahwa insang ikan lebih baik dalam menggambarkan pencemaran perairan dibanding organ tubuh ikan yang lain, sedangkan pada organ lain seperti ginjal dan hati lebih pada tempat penyimpanan logam berat pada tubuh ikan. Organ insang merupakan organ yang melakukan kontak langsung dengan pencemaran di air termasuk logam berat, yang mana pada insang terjadi proses respirasi yaitu pengambil oksigen ( $O_2$ ) dari air dan mengeluarkan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Proses respirasi ini memungkinkan terjadinya akumulasi logam berat pada insang ikan karena air yang diambil untuk proses respirasi telah tercemar logam berat sehingga ikut masuk kedalam insang dan kemudian mengendap didalamnya serta menyebabkan kerusakan pada insang dan terganggunya sistem respirasi (Zen, 2017).

Logam berat yang terakumulasi pada insang merupakan salah satu komponen penyebab stres oksidatif pada ikan yang dapat menyebabkan kematian pada ikan (Chudaifah, 2010). Logam berat masuk ke sel-sel di insang ikan melalui membran plasma, dengan melewati *Calcium Chanel* yang terbuka dengan bantuan enzim *Calcium ATPase* (Carpene, *et al.*, 2007). Logam berat yang telah masuk ke sitoplasma berupa ion  $Pb^{2+}$  yang merangsang pembentukan senyawa ROS (*reactive oxygen species*). ROS menyebabkan terjadinya stres oksidatif yang mana dapat membentuk senyawa hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Senyawa ini dapat menyebabkan gangguan atau ketidakstabilan pada retikulum endoplasma, sehingga menyebabkan terganggunya proses sintesis protein, selain itu senyawa ini juga mengganggu kestabilan mitokondria dalam respirasi sel, sehingga dapat menyebabkan kematian

sel. Stres oksidatif juga dapat menyebabkan peningkatan aktivitas *Caspase 3* di nukleus, sehingga terjadi fragmentasi DNA, yang menyebabkan apoptosis sehingga terjadi kematian sel (Katzung, 2007).

Tubuh ikan juga melakukan mekanisme untuk mencegah dan melakukan pertahanan serta perlindungan terhadap stres oksidatif di tubuh akibat logam berat yaitu dengan memproduksi protein *Thionein* (Katzung, 2007). Protein ini akan berikatan dengan logam berat membentuk protein *metallothionein* (Dewi, *et al*, 2014). Protein ini mampu meningkatkan enzim SOD (*superoxide dismutase*) yang berfungsi menurunkan dan mencegah terjadinya stres oksidatif yaitu dengan mencegah terbentuknya hidrogen peroksida atau memecah senyawa tersebut menjadi senyawa yang aman bagi tubuh (Darmono, 2001). Enzim ini mampu memecah  $H_2O_2$  menjadi senyawa  $H^+ + OH^-$ , meningkatkan GPX sehingga terbentuk senyawa  $H_2O$ , menurunkan enzim katalase, sehingga terbentuk  $H_2O + O_2$  (Katzung, 2007). Selain itu *metallothionein* mampu mengikat gugus sulfhidril membentuk *metallothionein disulfida*, hal ini membuat logam berat yang berikatan dengan gugus sulfur, dapat bersifat tidak toksik, dan dapat memutus dan mematahkan rantai ROS (Carpene *et al*, 2007). Berdasarkan kemampuan berupa respon dan kepekaannya terhadap logam berat (Bebianno, *et al*, 2003), maka dapat dikatakan bahwa kadar protein *metallothionein* terutama pada insang, sangatlah cocok digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat di perairan, salah satunya yaitu ekosistem bantik Kali Surabaya. Penggunaan kadar protein *metallothionein* pada insang ikan sebagai bioindikator pencemaran logam berat memberi gambaran bahwa semakin tinggi kadar protein *metallothionein* di insang ikan, maka semakin

tinggi kadar logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan, yang dapat diartikan bahwa logam berat di lingkungan ikan hidup tersebut juga tinggi (Dewi, *et al*, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, maka sangatlah penting mengetahui dampak pencemaran logam berat Pb di Kali Surabaya terhadap ekosistem benthik Kali Surabaya, yang dalam penelitian ini digambarkan melalui bioindikator berupa kadar logam berat Pb dan kadar protein *metallothionein* pada insang ikan *Pseudolais micronemus* dan *Hemibragus planiceps*. Penggunaan bioindikator tersebut diharapkan dapat menggambarkan seberapa besar logam berat Pb pada ekosistem benthik Kali Surabaya.

Pada penelitian ini, juga akan diuji kadar logam berat Pb pada sampel sedimen Kali Surabaya yang digunakan sebagai data pendukung dalam menggambarkan pencemaran di ekosistem benthik sungai ini. Diharapkan dari penelitian ini masyarakat dapat mengetahui seberapa besar pencemaran logam berat Pb di ekosistem benthik Kali Surabaya, yang mana kedepannya penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam menetapkan regulasi pembuangan limbah B3 terutama logam berat Pb di Kali Surabaya.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa kadar logam berat Pb dan protein *metallothionein* pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya?
2. Apakah terdapat perbedaan kadar logam berat Pb pada insang ikan



*Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya?

3. Apakah terdapat perbedaan kadar protein *metallothionein* pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya?
4. Apakah terdapat perbedaan kadar logam berat Pb pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya berdasarkan lokasi pengambilan sampel?
5. Apakah terdapat perbedaan kadar protein *metallothionein* pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya berdasarkan lokasi pengambilan sampel?
6. Apakah terdapat korelasi antara kadar logam berat Pb pada sedimen yang diambil di Kali Surabaya dengan insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya?

### 1.3 Tujuan

1. Mengetahui kadar logam berat Pb dan protein *metallothionein* pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya.
2. Mengetahui ada tidaknya perbedaan kadar logam berat Pb pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya.
3. Mengetahui ada tidaknya perbedaan kadar protein *metallothionein* pada

insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya.

4. Mengetahui kadar logam berat Pb pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya berdasarkan lokasi pengambilan sampel.
5. Mengetahui kadar protein *metallothionein* pada insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya berdasarkan lokasi pengambilan sampel.
6. Menghubungkan antara kadar logam berat Pb pada sedimen yang diambil di Kali Surabaya dengan insang ikan *Hemibragus planiceps* dan *Pseudolais micronemus* yang ditemukan di Kali Surabaya.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi masyarakat mengenai adanya pencemaran limbah B3 (logam berat Pb) di ekosistem benthik Kali Surabaya, melalui bioindikator kadar logam berat Pb dan kadar protein *metallothionein* di insang ikan Ordo Siluriformes. Selain itu diharapkan dari penelitian dapat digunakan sebagai acuan dalam menetapkan regulasi pembuangan limbah B3 terutama logam berat di Kali Surabaya.