

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kupang

Kupang merupakan hewan moluska dari golongan kerang yang berukuran kecil. Kupang termasuk makrozoobentos yang hidup pada substrat lunak didalam lumpur dan hidupnya bergelombol di daerah perairan estuari (Yuniar, 2005). Kupang adalah salah satu jenis binatang lunak (moluska), bercangkang belah (bivalia shell) dengan insang berlaping-lapis seperti jala dan berkaki kapak (pelecypoda). Kupang biasanya hidup pada perairan yang relative dekat dengan daratan atau pantai, dan dipengaruhi oleh pasang surut (Subani dkk, 1983 dalam Yuniar, 2019). Terdapat beberapa jenis kupang, masyarakat menyebutnya dengan bermacam-macam penyebutannya yaitu kupang putih, kupang beras, kupang tawon, kupang merah, dan lain-lain. Salah satu jenis kupang yang populer di masyarakat adalah kupang merah.

##### 2.1.1 Kupang Merah (*Musculista senhousia*)

Kupang merah termasuk dalam filum Moluska dengan klasifikasi sebagai berikut :

- Phylum : Moluska
- Kelas : Bivalia (Pelecypoda)
- Subkelas : Heterodonta
- Genus : Musciliista
- Spesies : *Muscilista senhousia*

Umumnya nama kupang merah ini adalah green mussel, greenbagmussel, Japannese mussel, Asian Date mussel, Asian mussel, bag mussel (Barnes, 1980 dalam Yuniar, 2019)



**Gambar 2.1 Kupang Merah (*Muscilista senhousia*) (Yuniar, 2019)**

Kupang merah memiliki cangkang tipis, berbentuk oval memanjang, dan berwarna hijau zaitun hingga kecoklatan, dengan garis posterior kuning kecoklatan. Ukurannya dapat mencapai 35 mm (*Exotics Guide*) (Yuniar, 2019).

### **2.1.2 Biologi Kupang Merah**

Kupang merah salah satu jenis hewan bentos yang ditemukan dari daerah interdial ke subtidial, hingga kedalaman 20 m, menetap pada substrat yang keras atau lunak. Kupang jenis ini menyukai dan bertahan dengan kelompoknya pada substrat, namun juga dapat hidup pada substrat buatan.

Keberadaan hewan bentos pada suatu perairan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Faktor biotik yang berpengaruh terhadap hewan bentos adalah produsen, yang merupakan salah satu sumber makanan bagi hewan bentos. Sedangkan faktor abiotik seperti fisika kimia air yang dapat dipengaruhi oleh suhu, arus, oksigen terlarut (DO) (Yuniar, 2019). Menurut Anggoro (1984) dalam Yuniar (2019) bahwa komponen biotik juga akan mempengaruhi pola distribusi dan kepadatan hewan bentos. Komponen biotik pada umumnya adalah adanya proses makan memakan dan hubungan satu spesies dengan spesies, baik sebagai predator atau kompetitor yang menjadikan keberlangsungan hidup yang baik.

## **2.2 Logam Berat**

Logam berat adalah logam yang memiliki kepadatan spesifik lebih dari 5 g/cm<sup>3</sup> dan dapat mempengaruhi lingkungan dan makhluk hidup (Jarup, 2003). Yudo (2006) menyatakan bahwa logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan, dan logam berat termasuk dalam zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam.

Dapat dikatakan jika hampir semua logam berat dapat menjadi racun yang dapat meracuni tubuh makhluk hidup. Logam berat seperti air raksa (Hg),

Kadmium (Cd), Timbal (Pb), dan Krom (Cr). Sebagian dari logam-logam berat tersebut tetap dibutuhkan oleh makhluk hidup, akan tetapi dalam jumlah kadar yang sedikit. Logam yang diperlukan tersebut dinamakan logam atau mineral esensial tubuh. Apabila logam konsentrasi tinggi terdapat dalam tubuh organisme atau makhluk hidup maka akan menyebabkan toksisitas terhadap organisme tersebut.

### **2.3 Pencemaran Logam Berat dalam Air**

Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, atau komponen lain ke dalam air atau udara dan berubahnya tatanan (komposisi) air, udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air dan udara menjadi kurang dan tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Keputusan Kementerian dan Lingkungan Hidup, 2004)

Pencemaran air merupakan salah satu dari pencemaran lingkungan. Pencemaran air dapat diakibatkan dari dampak berkembangnya industri, terjadinya pencemaran air terus meningkat dengan dipicunya akibat limbah yang berakhir menuju lautan. Air mudah tercemar oleh komponen-komponen anorganik antara lain berbagai logam berat berbahaya. Beberapa logam berat tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari dan secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan. Jika sudah melebihi batas ketentuan, logam berat tersebut dapat berbahaya bagi kehidupan dan organisme (Irianti dkk., 2017)

Logam berat merupakan zat polutan lingkungan yang paling banyak ditemui pada perairan. Adanya kandungan logam berat yang terkandung dalam organisme mengindikasikan jika adanya sumber logam berat yang berasal dari alam ataupun aktivitas manusia. Pada kadar yang tinggi logam berat dapat mengakibatkan kematian berbagai jenis biota perairan. Dalam kadar rendah logam berat juga dapat mengakibatkan kematian makhluk hidup, namun dengan proses akumulasi terlebih dahulu didalam tubuh biota yang terpapar logam berat tersebut (Palar, 1994 dalam Rosihan dan Husaini, 2017). Terjadinya peningkatan kadar logam berat pada suatu perairan yang melebihi ambang batas dapat bersifat toksik bagi organisme. Selain bersifat toksik, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan didalam tubuh organisme

## 2.4 Timbal

Keberadaan timbal di alam tersebar dalam jumlah yang sangat sedikit. Penyebaran logam timbal hanya sekitar 0,0002 % dari seluruh lapisan bumi hingga kerak bumi (Palar, 2008 dalam Rosihan dan Husaini, 2017). Logam timbal dapat berbentuk logam murni ataupun senyawa organik ataupun inorganik. Dalam bentuk apapun, timbal memiliki dampak toksisitas yang sama terhadap makhluk hidup (Darmono, 2001 dalam Rosihan dan Husaini, 2017)

### 2.4.1 Karakteristik Timbal

Logam Timbal adalah logam berkilau berwarna putih kebiruan atau kelabu keperakan. Logam ini memiliki nomor atom 82, bobot atom 207,20 g/mol, dan jenis logam ini mudah dimurnikan, juga memiliki titik leleh 327°C, dan titik didih 1755°C (BSN, 2009). Selain itu, logam timbal adalah logam yang mudah dibentuk karena sifatnya yang lunak, mempunyai sifat kimia yang aktif, sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan. Jika dicampur dengan logam lain akan membentuk logam campuran yang bagus dibandingkan dengan logam murninya, dan memiliki kepadatan melebihi logam lain. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa lain membentuk berbagai senyawa timbal, seperti timbal oksida (PbO), timbal klorida (PbCl<sub>2</sub>), dan lain-lain (BSN, 2009)



**Gambar 2.2 Timbal**

### 2.4.2 Toksisitas Timbal

Timbal adalah salah satu logam berat yang sangat toksik. Logam ini dapat mengganggu proses fisiologi berbagai tanaman dan tidak seperti logam lain seperti zink, tembaga, mangan, logam ini tidak memiliki fungsi biologi bagi tubuh (Irianti dkk., 2017). Adanya timbal yang

mencemari suatu ekosistem dapat menjadi sumber pencemar dan mengkontaminasi makhluk hidup. Tanpa disadari paparan timbal terhadap tubuh dapat melalui udara tercemar, timbal yang terhirup, berkontak kulit, makanan dan minuman yang tercemar oleh timbal (Kadirvelu dkk., 2001). Logam berat dapat terakumulasi didalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu yang lama sebagaimenjadi racun atau toksik. Terdistribusinya suatu logam berat kedalam tubuh manusia akan terakumulasi melalui berbagai perantara, salah satunya adalah melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi oleh logam berat tersebut (Rahayu dkk., 2017).

Toksisitas timbal dapat dikatakan keracunan timbal, dapat berupa akut atau kronis. Toksisitas akut akibat timbal dapat menghilangkan nafsu makan, sakit kepala, hipertensi, nyeri perut, gangguan fungsi ginjal, kelelahan, sulit tidur, halusinasi, dan vertigo. (Astuti, 2018)

#### **2.4.3 Logam Timbal Pada Kupang**

Kandungan logam berat pada biota laut dapat diakibatkan oleh adanya pencemaran air yang erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri di sekitar tempat hidup biota laut seperti sungai, danau, dan laut. Jumlah serapan dan distribusi logam berat pada biota laut tergantung pada bentuk senyawa dan konsentrasi polutan, aktivitas mikroorganisme, tekstur sedimen, serta jenis dan unsur biota laut dilingkungan tersebut. Sebagian akan larut kedalam air, sebagian akan tenggelam ke dasar dan terkonsentrasi ke sedimen, dan sebagian masuk ke jaringan tubuh organisme laut (Arain dkk., 2008)

Logam berat seperti nikel, tembaga, krom, besi berperan penting dalam system biologis, sedangkan kadmium dan timbal bersifat toksik bahkan dalam jumlah yang sangat kecil (Tuzen, 2003 dalam Irianti dkk. 2017). Timbal jika masuk kedalam ekosistem dapat menjadi sumber pencemar dan dapat mempengaruhi biota perairan.

Berdasarkan ketentuan dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemarkan Logam Berat dalam Pangan Olahan Kategori

Pangan Ikan dan produk perikanan termasuk Moluska, Krustase, dan Ekinodermata serta Amfibi dan Reptil dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel. 2.1 Persyaratan Cemaran Logam Berat dalam Produk Perikanan**

Kategori Pangan	Batas Maksimum (mg/kg)			
	As	Pb	Hg	Cd
Ikan dan produk perikanan termasuk Moluska, Krustase, dan Ekinodermata serta Amfibi dan Reptil	0,25	0,20 (kecuali untuk ikan predator olahan seperti cucut, tuna, marlin 0,40)	0,50 (kecuali untuk ikan predator olahan seperti cucut, tuna, marlin 1,0)	0,10 (kecuali untuk ikan predator olahan seperti tuna, marlin 0,30)
ket: mg/kg dihitung setiap dalam produk olahan pangan				

Sumber : (Perka BPOM, 2018)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh PKMT Lemlit Unair (2000) diestuaria yang berbeda yaitu kenjeran, Sidoarjo, dan Pasuruan terdapat perbedaan kandungan logam berat Hg dan Pb dalam kupang. Penelitian PKMT Lemlit Unair (2000) di Sidoarjo menunjukkan adanya kandungan logam berat yang paling tinggi Hg dalam kupang beras (putih) 1,881 ppm dan dalam kupang tawon (merah) 4,358. Sedangkan kandungan logam Pb dalam kupang beras (putih) 2,479 ppm dan pada kupang tawon (merah) 5,679 ppm. Penelitian laboratorium oleh PKMT Lemlit Unair (2000) mengenai kandungan logam berat dalam kupang, penelitian menemukan jika kupang yang telah direbus hingga mendidih kurang lebih satu jam, daging kupang bebas dari Hg (0 mg/kg) karena larut dalam air rebusan. Untuk mengurangi kandungan logam berat berbahaya dalam air rebusan dapat dilakukan dengan cara pengenceran dan penggantian air

rebusan setelah mendidih 100° C selama lima menit untuk meminimalkan logam berat berbahaya dengan gizi tetap baik (Yuniar, 2019)

## 2.5 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan proses pemisahan secara selektif terhadap suatu komponen atau zat pengotor yang terkandung dalam fluida dengan cara mengkontakkan fluida tersebut dengan adsorben padatan. Berdasarkan mekanismenya adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi kimia (kemisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisorpsi). Kedua adsorpsi tersebut dibedakan oleh panas adsorpsi, reversibility, dan ketebalan lapis adsorben. Panas adsorpsi pada adsorpsi fisika relatif rendah 5 – 40 kJ/mol, sedangkan adsorpsi kimia relatif lebih besar 40 – 800 kJ/mol (Astuti, 2018). Berdasarkan kuat interaksinya, adsorpsi fisika berikatan secara gaya *van der Waals* dimana adsorbat dan permukaan adsorben terikat sangat lemah dipermukaan sehingga bersifat dapat balik (*reversible*) (Yustinah dkk., 2020). Akibatnya zat yang diadsorpsi mudah terlepas serta memungkinkan terjadinya desorpsi pada suhu yang sama (Astuti, 2018). Sedangkan adsorpsi kimia terjadi jika molekul yang teradsorpsi bereaksi secara kimia dengan permukaan adsorben. Adsorpsi kimia memiliki sifat tidak dapat balik (*irreversible*) yang disebabkan oleh besarnya potensial interaksi (Yustinah dkk., 2020).

## 2.6 Adsorben

Adsorben adalah material padat yang pada umumnya berpori, biasanya digunakan untuk menjerap molekul adsorbat dalam suatu proses adsorpsi. Adsorben yang baik harus memenuhi tiga syarat, yaitu mempunyai pori, rongga dan situs aktif. Menurut IUPAC, pori-pori adsorben dibagi menjadi tiga yaitu mikropori (diameter kurang dari 2 nm), mesopori (diameter 2 – 50 nm), dan makropori (diameter lebih dari 50 nm). Dari ketiga jenis pori tersebut, pori yang aktif digunakan pada proses adsorpsi adalah mikropori dan kadang-kadang mesopori. Sedangkan makropori berfungsi sebagai jalan utama menuju interior padatan yang didalamnya terdapat mesopori dan mikropori. Adanya mikropori berdampak langsung terhadap luas permukaan internal, yang secara umum disebut sebagai luas permukaan spesifik, dimana semakin banyak jumlah mikroporinya maka luas permukaan spesifik semakin tinggi sehingga pada

fisisorpsi, kemampuan adsorben dalam menjerap molekul adsorbat juga semakin tinggi .

Beberapa contoh luas permukaan spesifik untuk beberapa material berpori terdapat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Luas Permukaan Spesifik berbagai Material Berpori**

<b>Jenis Material Berpori</b>	<b>Luas Permukaan Spesifik m<sup>2</sup>/g</b>
Alumina	21,7
Silika Gel	40,0
Zeolit	64,0
Arang Aktif	19,8

Sumber : (Astuti, 2018)

Sementara itu, pada adsorpsi yang bersifat kimia, keberadaan situs aktif pada permukaan adsorben lebih penting dibandingkan dengan tingginya luas permukaan spesifik. Dalam hal ini, pH sangat berpengaruh karena dapat mengubah muatan situs aktif dipermukaan adsorben dan adsorbat difase ruah. Oleh karena itu, karakterisasi terhadap suatu adsorben perlu dilakukan terhadap keberadaan gugus fungsi selain luas permukaan spesifik, distribusi ukuran pori dan porositas serta morfologi (Astuti, 2018)

## **2.7 Arang Aktif**

Arang aktif dapat didefinisikan sebagai bahan karbon dengan struktur amorf dan luas permukaan internal yang besar dengan tingkat porositas yang tinggi. Arang aktif memiliki bentuk karbon mikrokristalin dan non-grafit. Bentuk non-grafit berarti terdiri dari sejumlah kecil hidrogen atau sejumlah besar oksigen dalam strukturnya. Arang aktif mengandung mikropori, mesopori, dan makropori dalam strukturnya. Struktur ini memiliki peran penting dalam menentukan kinerja arang aktif sebagai adsorben (Yahya dkk., 2018). Arang aktif dapat dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25 – 100 % terhadap berat arang aktif (Darmawan, 2008).



Sumber : (Cahyo, 2015)

**Gambar 2.3 Arang Aktif**

### **2.7.1 Sifat Arang Aktif**

Sifat adsorpsi arang aktif sangat tergantung pada porositas permukaannya, namun pada bidang industri karakterisasi arang aktif lebih banyak digunakan sebagai sifat adsorpsi dari struktur porinya. Bentuk pori arang aktif bervariasi yaitu berupa silinder, persegi panjang, dan bentuk lain yang tidak teratur. Gugus fungsi dapat terbentuk pada arang aktif ketika dilakukan aktivasi yang disebabkan terjadinya interaksi radikal bebas pada permukaan arang dengan atom-atom, gugus fungsi ini menyebabkan permukaan arang aktif menjadi reaktif secara kimiawi dan dapat mempengaruhi sifat adsorpsi. (Saputro, 2010)

### **2.7.2 Arang Aktif sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb)**

Penanggulangan pencemaran akibat logam berat telah banyak dikembangkan dengan beberapa metode yang dapat mengurangi dampak dari pencemaran tersebut. Metode yang banyak dikembangkan adalah metode adsorpsi dengan media arang aktif. Penggunaan arang aktif efektif untuk menghilangkan atau mengurangi logam berat. Ion logam berat akan ditarik oleh arang aktif dan melekat pada permukaan arang aktif dengan kombinasi daya fisik kompleks dan reaksi kimia (Supraptiah dkk., 2014)

Efektifitas adsorpsi arang aktif terhadap logam timbal  $Pb^{2+}$  ditunjukkan pada sertifikat NSF (*National Sanitation Foundation*) yang merefleksikan isotherm Langmuir dimana adsorpsi logam berat Pb akan berlangsung sampai mencapai titik keseimbangan dimana proses adsorpsi tidak berjalan lagi atau terhenti meskipun dosis arang aktif diperbesar.

## 2.8 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Spektroskopi serapan atom merupakan teknik analisis untuk mengukur konsentrasi dari unsur kimia dilingkungan sampel dengan cara mengukur radiasi yang diserap oleh unsur kimia tersebut. Metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan untuk analisa logam berat karena relatif sederhana, selektif, dan sangat sensitif. Metode ini dapat mengukur hingga kebagian per miliar gram dari suatu sampel (Gracia dkk., 2012). Oleh karena itu, SSA menjadi metode analisis pilihan utama untuk pengukuran sampel logam dengan kadar yang sangat kecil (Broekaert, 2002 dalam Irianti dkk., 2017). Spektroskopi serapan atom melibatkan penyerapan energy radiasi yang dihasilkan oleh suatu sumber radiasi khusus (lampu), oleh atom dalam kondisi elektronik dasar (ground state). Lampu memancarkan spectrum atom dari unsur-unsur analit dengan energy yang hanya diserap secara resonansi. Unsur analit diubah menjadi atom dalam suatu atomizer. Ketika cahaya melewati awanatom, maka atom-atom menyerap sinar ultraviolet atau sinar tampak dan menyebabkan transisi ketinggian energy elektronik yang lebih tinggi (Sarkar, 2002 dalam Irianti dkk., 2017)

Agar suatu sampel dapat dianalisis dengan metode SSA, ikatan unsur logam dalam suatu sampel dan komponen lain dalam matriks harus diputus. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan unsur logam yang bebas. Peristiwa pemutusan ikatan unsur logam dengan komponen lain dalam matriks ini disebut sebagai destruksi atau perombakan. Destruksi bertujuan untuk mengurai bentuk organik dari logam menjadi bentuk anorganik. Terdapat 2 cara destruksi, yaitu destruksi kering dan destruksi basah (Raimon, 1983 dalam Irianti dkk. 2017). Destruksi kering dilakukan dengan cara pengabuan sampel dalam furnace dengan menggunakan suhu pemanasan tertentu (umumnya 400 – 800° C, namun tergantung dari jenis analit yang ditentukan). Abu yang terbentuk selanjutnya dilarutkan dengan menggunakan pelarut asam encer baik tunggal maupun campuran, dan dilakukan analisis. Namun, bila oksida logam kurang stabil maka perlakuan ini tidak memberikan hasil yang baik (Raimon, 1983 dalam Irianti dkk. 2017).

Sedangkan destruksi basah dilakukan dengan cara menguraikan bahan organik dalam larutan oleh asam peoksidasi pekat seperti  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2O_2$ , dan  $HClO_4$  dengan pemanasan hingga jernih. Mineral organik akan tertinggal dan larut dalam asam kuat. Mineral berada dalam bentuk kation logam dan ikatan kimia dengan senyawa organik telah terurai. Larutan disaring dan siap dianalisis dengan SSA (Dewi, 2012). Destruksi basah dinilai lebih sederhana, cepat, dan relatif murah. Selain itu, metode destruksi basah lebih baik dari pada destruksi kering karena tidak banyak bahan yang hilang dengan suatu pengabuan yang tinggi. Oleh karena itu, metode destruksi basah lebih banyak digunakan oleh para peneliti.

