

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laut merupakan tempat bermuaranya berbagai saluran sungai, sehingga laut menjadi tempat terkumpulnya zat-zat pencemar yang dibawa aliran air. Banyak industri atau pabrik yang membuang limbah industrinya tanpa penanganan atau mengolah limbah terlebih dahulu dan juga kegiatan rumah tangga yang membuang limbahnya ke sungai. Limbah-limbah ini terbawa ke laut dan selanjutnya mencemari laut.

Kawasan pesisir merupakan wilayah seringkali terkena dampak aktivitas manusia dalam pemanfaatannya, yang menimbulkan masuknya bahan pencemar berbahaya ke perairan laut dan secara khusus dapat mengganggu perkembangan komunitas jenis kerang-kerangan termasuk bivalvia. Semakin tingginya aktivitas manusia di berbagai sektor mengakibatkan tekanan lingkungan terhadap perairan semakin meningkat. Peningkatan tersebut suatu saat dapat melampaui keseimbangan air laut yang mengakibatkan sistem perairan tercemar (Amriani, 2011).

Bahan-bahan pencemar yang salah satunya adalah logam berat, yang masuk ke muara sungai dan estuari akan tersebar dan akan mengalami proses pengendapan, sehingga terjadi penyebaran zat pencemar pada air, sedimen dan organisme. Senyawa logam berat biasanya banyak terdapat dalam limbah industri. Keberadaan logam berat di perairan laut dan muara sungai dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri (Rochyantun *et al.*, 2006). Peningkatan kadar logam berat dalam air laut terjadi karena masuknya limbah yang mengandung logam berat ke lingkungan laut. Limbah yang banyak

mengandung logam berat biasanya berasal dari kegiatan industri, pertambangan, pemukiman dan pertanian (Maslukah, 2006).

Salah satu logam berat yang menjadi sumber pencemar di perairan adalah merkuri (Hg) yang terdapat dalam limbah di perairan umum diubah oleh aktivitas mikroorganisme menjadi komponen metil-merkuri (Me-Hg) yang memiliki sifat racun dan daya ikat yang kuat disamping kelarutannya yang tinggi terutama dalam tubuh hewan air. Hal tersebut mengakibatkan merkuri terakumulasi baik melalui proses bioakumulasi maupun biomagnifikasi yaitu melalui rantai makanan (*food chain*) dalam tubuh jaringan tubuh hewan-hewan air, sehingga kadar merkuri dapat mencapai level yang berbahaya baik bagi kehidupan hewan air maupun kesehatan manusia yang mengkonsumsi hasil tangkapan hewan-hewan air tersebut (Harizal, 2006).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang juga sering ditemukan di perairan dalam konsentrasi yang tinggi. Logam Pb ditemukan di perairan dalam bentuk Pb^{2+} , $PbOH^+$, $PbHCO_3$, $PbSO_4$ dan $PbCO^+$. Pb^{2+} di perairan bersifat stabil dan lebih mendominasi dibandingkan dengan Pb^{4+} . Masuknya logam Pb ke dalam perairan melalui proses pengendapan yang berasal dari aktivitas di darat seperti industri, rumah tangga dan erosi, jatuhnya partikel-partikel dari sisa proses pembakaran yang mengandung tetraetil Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 2012).

Jenis logam berat lain yang banyak ditemukan di perairan seperti kadmium (Cd). Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sangat berbahaya karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik. Logam berat kadmium (Cd) secara alami merupakan komponen yang terdapat pada lapisan bumi dan dapat memasuki perairan melalui rangkaian proses geokimia

dan aktivitas manusia (antropogenik) yang menjadi penyebab utama kontaminasi logam berat kadmium (Cd) pada lingkungan perairan dan menyebabkan gangguan pada sistem biologis karena dapat terakumulasi dengan mudah dalam sedimen maupun organisme.

Pengukuran pencemaran logam berat dilakukan pada perairan, selain itu juga dapat dilakukan pada biota yang ada di perairan tersebut. Pengukuran residu logam berat pada biota perairan bisa menjadi bioindikator dampak logam berat pada kesehatan organisme dan lingkungannya (Acker *et al.*, 2005). Jenis biota laut yang sangat potensial tercemar logam berat adalah kerang kerangan, karena cara makannya dengan menyaring air (Murtini dan Ariyani, 2005). Kerang kerangan juga mengandung senyawa karotenoid yang tinggi sehingga menyebabkan biota tersebut sangat resisten terhadap polusi yang terjadi di lingkungan perairan tempat tinggalnya (Tewari *et al.*, 2001). Di samping itu, sifat kekerangan ini lebih banyak menetap (*sessile*) dan bukan termasuk *migratory* (Wahyuni dan Hartati, 1991).

Logam-logam berat yang terdapat dalam biota perairan umumnya tidak akan dikeluarkan lagi sehingga akan terakumulasi dalam tubuh biota tersebut. Sistem rantai makanan menunjukkan bahwa manusia merupakan pengakumulasi logam berat paling tinggi karena berperan sebagai pemangsa tingkat tinggi (Hutabarat *et al.*, 1985 dalam Murtini *et al.*, 2003). Akibat dari pencemaran tidak secara langsung dirasakan oleh manusia karena bahan pencemar tersebut bersifat akumulatif yang akan berdampak kronis dalam tubuh (Yennie dan Murtini, 2005).

Logam berat yang ada dalam badan perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan (termasuk kerang yang bersifat sessil

dan sebagai bioindikator) baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya akan sampai pada manusia.

Kebanyakan bivalvia hidup di laut terutama di daerah litoral, beberapa di daerah pasang surut dan air tawar. Sifat kerang hijau dijumpai melekat pada benda-benda keras, seperti kayu, bambu, badan kapal atau jaring tempat budidaya ikan. Kerang hijau mencari makan dengan cara menyaring makanan yang terlarut di dalam air (*filter feeder*). Oleh karena itu kerang dapat berpotensi menimbulkan bahaya bagi yang mengkonsumsinya, sebab apabila kerang yang hidup pada perairan tercemar daging kerang cepat mengakumulasi zat-zat beracun. Menurut Hutagalung dan Razak (1981), kerang hijau mempunyai kemampuan akumulasi yang baik terhadap logam berat pada lingkungan yang tercemar.

Menurut Yennie dan Murtini (2005), kerang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut. Carpene *et al.* (2007), menyatakan bahwa metallothionein yang terdapat dalam tiram dianggap sebagai biomarker yang baik terhadap paparan logam berat. Hal ini bahwa metallothionein penting terhadap pertahanan detoksifikasi logam non esensial seperti timbal, kadmium dan merkuri. Phillips (1980) dalam Hutagalung (1984), menyatakan bahwa jenis kerang (moluska bivalvia) dan makroalgae merupakan bioindikator yang paling tepat dan efisien.

Insang bivalvia, termasuk kerang hijau mempunyai lendir atau mucus yang penyusun utamanya adalah glikoprotein, sehingga logam tersebut terikat menjadi metalotionein karena penyusun utamanya adalah sistein yaitu protein yang tergolong dalam gugus sulfhidril (-SH) yang mampu mengikat logam (Overnell dan Sparla, 1990). Lambung merupakan bagian dari saluran pencernaan tempat dimana terjadi penyerapan sari-sari makanan. Menurut

Prakash, *et al.* (1994) dalam Fernanda (2012), kemampuan saluran pencernaan untuk menghimpun konsentrasi tinggi dari logam, karena adanya mucus yang berperan dalam penyimpanan logam dan detoksifikasi. Dalam kelenjar pencernaan, sekitar 80% logam ada pada lisosom, terikat pada protein yang kaya akan (-SH). Menurut penelitian Prakash, *et al.* (1994) dalam Fernanda (2012), organ otot terakumulasi logam berat dari pembuluh darah yang dilalui oleh plasma darah yang mengandung timbal. Menurut penelitian Vasanthi, *et al.* (2012) otot kerang hijau yang tercemar logam berat menunjukkan myodegenerasi dan kerusakan jaringan ikat. Akhirnya, jaringan otot berhenti berkembang, akibatnya, dapat menurunkan kemampuan kerang dalam membuka maupun menutup cangkangnya.

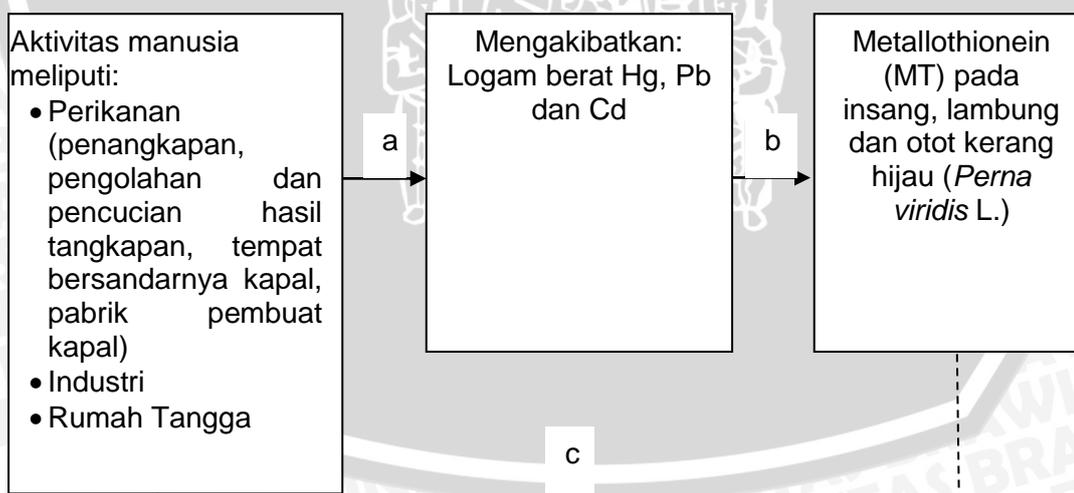
Metallothionein merupakan protein yang sangat peka dan akurat sebagai indikator pencemaran. Hal ini didasarkan pada suatu fenomena alam di mana logam-logam dapat tersekap di dalam jaringan tubuh organisme yang dimungkinkan karena adanya protein tersebut. Dengan demikian, metallothionein merupakan protein pengikat logam (*metal-binding protein*) yang berfungsi dan berperan dalam proses pengikatan/penyekapan logam di dalam jaringan setiap makhluk hidup. Metallothionein dapat terinduksi ditemukan di semua golongan makhluk hidup (misalnya mamalia, ikan, moluska/kerang-kerangan, zooplankton dan fitoplankton) dan di berbagai tingkat jaringan/organ (misalnya hati, ginjal, insang, testis, usus, otot, plasma, eritrosit, sel-sel epitelial dan urine). Konsentrasinya dalam jaringan (hati, insang, kelenjar pencernaan) meningkat ketika organisme terkontaminasi pada unsur-unsur logam (Lasut, 2002).

Melalui pengukuran metallothionein (MT), pencemaran logam (khususnya logam berat yang sangat berbahaya) di perairan laut dapat dideteksi secara dini. Perairan Pantai Kenjeran, Banyu Urip, dan Ngemboh hampir memiliki karakteristik yang sama yaitu berlumpur, berbatu, dan banyak terdapat kerang

hijau (*Perna viridis* L.), namun sumber pencemar yang masuk ke perairan tersebut berbeda. Perairan tersebut memiliki sumberdaya perikanan dengan berbagai macam aktifitas manusia seperti penangkapan, pengolahan bahkan pencucian hasil tangkapan laut, dan dekat dengan pemukiman penduduk yang menghasilkan berbagai macam bahan pencemar logam berat yang sangat tinggi dan bahkan melampaui batas toleransi.

Tingginya potensi bivalvia sebagai bahan pangan dan efek dari logam berat yang masuk ke dalam tubuh organisme akuatik akan berakibat kurang baik, maka perlu dilakukan penelitian melalui analisis *western blot* ini, sehingga akan diperoleh informasi mengenai ekspresi metallothionein pada insang, lambung dan otot sebagai organ yang sangat peka terhadap adanya logam berat pencemar pada tiga lokasi yang berbeda. Penelitian ini berfungsi sebagai biomarker pada kondisi kerang hijau (*Perna viridis* L.) terhadap pengaruh polutan logam berat di perairan Kenjeran, Banyu Urip dan Ngemboh.

1.2 Rumusan Masalah



Gambar 1. Bagan alur perumusan masalah

Keterangan:

- a. Aktivitas manusia di sekitar perairan pantai Kenjeran, Banyu Urip dan Ngemboh seperti aktivitas perikanan (penangkapan, pengolahan dan pencucian hasil tangkapan, tempat bersandarnya kapal, pabrik pembuat kapal), industri dan rumah tangga yang menghasilkan limbah domestik akan menghasilkan limbah, sehingga jika dibuang ke perairan dapat mempengaruhi konsentrasi logam esensial dan non esensial serta mempengaruhi perubahan faktor fisika dan kimia air.
- b. Perubahan kualitas air dan konsentrasi logam berat Hg, Pb dan Cd di perairan akan mempengaruhi kandungan metallothionein (MT) pada tubuh organisme sebagai protein pengikat logam berat
- c. Kandungan metallothionein (MT) dapat dijadikan biomarker pencemaran logam berat Hg, Pb dan Cd yang nantinya dapat dijadikan acuan dalam mengendalikan aktivitas manusia di perairan Kenjeran, Banyu Urip dan Ngemboh.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ekspresi protein metallothionein yang terdeteksi pada sampel organ insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) di pantai Kenjeran, pantai Banyu Urip dan Ngemboh yang terpapar logam berat Hg, Pb dan Cd pada tiga lokasi dengan prosedur *Western Blot*.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi mengenai status kondisi kerang hijau (*Perna viridis* L.) dilihat dari organ insang, lambung dan otot melalui analisis *Western Blot* yang menunjukkan ekspresi *metallothionein* sebagai biomarker kerang hijau terhadap kajian kadar polutan logam berat Hg, Pb dan Cd di tiga lokasi tersebut

yang nantinya dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk pengelolaan dan pemanfaatan perairan serta mengendalikan aktivitas manusia di sekitar kawasan pantai Kenjeran, Banyu Urip dan Ngemboh.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Maret 2016 di perairan Pantai Kenjeran, Banyu Urip dan Ngemboh, sedangkan analisis kandungan metallothionein dilakukan di Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran, analisis logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang dan untuk analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

