

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kawasan pesisir dikenal sebagai ekosistem perairan yang memiliki potensi kekayaan sumberdaya alam yang sangat besar. Aktivitas perekonomian yang dilakukan di kawasan pesisir diantaranya adalah kegiatan penangkapan, budidaya perikanan, industri dan pariwisata. Selain itu, kawasan pesisir juga dikenal rentan akan terjadinya pencemaran. Hal ini dikarenakan daerah pesisir juga digunakan sebagai tempat pembuangan limbah dari berbagai aktivitas manusia, baik dari darat maupun dari kawasan pesisir itu sendiri.

Setiap perairan memiliki kapasitas terima (*receiving capacity*) yang terbatas terhadap bahan pencemar. Dengan adanya peningkatan buangan air limbah yang mengandung senyawa berat beracun, cepat atau lambat hal tersebut akan mengakibatkan kerusakan ekosistem. Seiring dengan meningkatnya industri di Kota Gresik maupun Kota Surabaya, maka buangan limbah industri juga akan meningkat, baik yang berasal dari bahan organik maupun anorganik yang dapat berupa padatan maupun cairan. Limbah tersebut mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya seperti logam berat. Kehadiran logam berat mengkhawatirkan terutama yang berasal dari pabrik, dimana logam berat banyak digunakan sebagai bahan baku maupun bahan tambahan (Rochyatun *et al.*, 2006).

Salah satu contoh logam berat yang terkandung adalah kadmium (Cd). Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang menimbulkan dampak negative terhadap ekosistem maupun manusia. Apabila Cd masuk kedalam tubuh maka sebagian besar akan terakumulasi dalam ginjal dan hati, serta sebagian akan dikeluarkan melalui saluran pencernaan. Contoh perairan yang

diduga tercemar logam berat yaitu Perairan Ngemboh kabupaten Gresik, Perairan Banyu Urip Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya.

Perairan Ngemboh dan Banyu Urip merupakan desa yang berada di Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Perairan Ngemboh dan Banyu Urip merupakan daerah penangkapan perikanan oleh nelayan setempat, terutama kerang hijau. Seiring bertambahnya jumlah penduduk yang diikuti oleh peningkatan kegiatan seperti pemukiman, industri, transportasi, dan pertanian, mengakibatkan tercemarnya Perairan Ngemboh dan Banyu Urip. Hasil produksi kerang hijau tangkap desa Ngemboh tahun 2011 sebesar 3052.89 ton, tahun 2012 hasil tangkap desa Ngemboh 1223.46 ton (Dinas Perikanan dan Kelautan Gresik, 2013). Pada tahun 2012 hasil produksi menurun diduga disebabkan oleh adanya kebocoran pada pertambangan minyak PT X Eshmat *et al.*, 2014).

Perairan kenjeran Surabaya merupakan perairan yang bermuaranya di sungai besar antara lain Kali Wonokromo, Kali Surabaya dan cabang-cabangnya. Sungai-sungai tersebut akan membawa limbah padat dan cair yang berasal dari industri maupun rumah tangga yang pada akhirnya akan menumpuk dan mencemari perairan Pantai Kenjeran. Sepanjang daerah aliran sungai ini tumbuh berbagai industri dengan pesat, akibatnya sebagian besar limbah industri maupun limbah rumah tangga dibuang kedalam sungai dan bermuara di pantai tersebut. Beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa Perairan Kenjeran sudah tercemar. Menurut penelitian sebelumnya (Taftazani, 2007) menyatakan air pantai Kenjeran telah tercemar logam berat Hg dan Cr, sedang cuplikan kerang dan sedimen telah tercemar logam berat Hg, Cr, Cd dan Co.

Organisme perairan dapat mengakumulasi kadmium (Cd) dari air, sedimen dan makanan yang dikonsumsi. Kerang hijau (*Perna viridis* L) adalah

salah satu sumberdaya hayati yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Hal ini disebabkan karena kerang hijau mudah dan relatif cepat dalam pembudidayaannya. Kerang hijau dapat berkembang pesat di daerah yang memiliki masukan bahan organik yang tinggi, karena kerang hijau termasuk kedalam jenis hewan penyaring. Kerang hijau hidupnya di perairan payau hingga asin. Biasanya banyak dijumpai melekat pada benda-benda keras seperti kayu, bambu, badan kapal, jaring dan tempat budidaya ikan (Liliandari dan Aunurohim, 2013).

Kerang hijau (*Perna viridis*) salah satu komoditas yang banyak terdapat di Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran. Jenis kerang-kerangan merupakan jenis organisme khas yang dapat mengakumulasi logam berat, dikarenakan kerang mempunyai mobilitas yang rendah sehingga adanya logam berat didalam tubuhnya dipandang dapat mewakili keberadaan logam berat yang terdapat di habitatnya. 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. Saluran pencernaan dari kerang merupakan organ utama untuk akumulasi. Saluran pencernaan dari moluska merupakan pusat utama untuk regulasi dan metabolisme, serta berpartisipasi dalam mekanisme pertahanan kekebalan tubuh dan homeostatis dari media internal maupun proses detoksifikasi dan penghapusan *xenobiotic*. Saluran pencernaan mengalami perubahan fungsi sebagai refleksi dari adanya gangguan pada tingkat molekuler. Identifikasi gangguan ini dapat membantu dalam

mempelajari perubahan hewan karena terkena polutan dan faktor stress lainnya ( Marigomez *et al.*, 1998 *dalam* Vasanthi *et al.*, 2012).

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).

Otot (*adductor muscle*) kerang merupakan organ yang berfungsi untuk membuka dan menutup kedua cangkang kerang. Menurut penelitian Prakash, *et al.* (1994) *dalam* Fernanda (2012), bahwa organ otot, mantel dan gonad merupakan organ yang terakumulasi logam berat yang paling rendah. Organ otot terakumulasi logam berat bukan dari lendir seperti pada organ insang dan lambung, melainkan dari pembuluh darah yang dilalui oleh plasma darah yang mengandung logam berat. Menurut penelitian Vasanthi *et al.*, (2012) otot adductor kerang hijau yang diperoleh dari perairan 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.

Oleh karena itu, hasil tangkapan laut perlu diwaspadai terhadap pencemaran logam berat, khususnya jenis kerang yang habitatnya berada di dasar perairan atau lumpur. Mengingat pencemaran terjadi secara terus menerus karena adanya penambahan industri, aktivitas manusia dan perubahan ekosistem sehingga diduga akan berpengaruh pada biota perairan dari waktu ke waktu. Penelitian ini dilakukan sebagai tindak lanjut untuk mengetahui kandungan logam berat kadmium (Cd) saat ini pada kerang hijau (*Perna viridis* L), air dan sedimen dari Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran Surabaya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas manusia berupa kegiatan manusia seperti kegiatan rumah tangga, industri maupun kegiatan di laut yang menghasilkan buangan limbah yang menjadi sumber pencemar bagi lingkungan (udara, air dan tanah). Kebiasaan masyarakat di sepanjang pantai seperti buangan sampah yang langsung ke pantai dan membuang limbah cair turut menyumbang bahan pencemar bagi lingkungan. Bahan pencemar dari hasil kegiatan ini berupa bahan partikulat, bahan terlarut dan gas-gas. Seperti halnya diatas, pencemaran di Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip maupun Perairan Kenjeran disebabkan oleh limbah hasil aktivitas manusia di darat seperti industri/pabrik serta pemukiman yang langsung dibuang ke perairan tersebut. Bahan pencemar ini akan masuk ke sungai dan akan bermuara di suatu lingkungan perairan yang tercemar bahan-bahan tersebut akan mengalami penurunan kualitas air yang selanjutnya dapat mengganggu keseimbangan ekologis yang ada termasuk kehidupan biotanya.

Salah satu biota yang hidup di Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran adalah Kerang hijau (*Perna viridis* L). Biota ini merupakan komoditas perikanan yang bernilai ekonomis biasanya kerang hijau (*Perna viridis* L) paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat maupun untuk dijual ke restoran sebagai menu favorit. Secara langsung kerang hijau (*Perna viridis* L) ini hidup di perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran yang diduga sudah tercemar limbah hasil dari aktivitas manusia seperti industri, rumah tangga maupun kegiatan dilaut yang dilakukan oleh nelayan setempat maupun masyarakat sepanjang pantai. Salah satu limbah yang dihasilkan adalah logam berat. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang dihasilkan dari kegiatan yang disebutkan diatas. Limbah ini dikategorikan kedalam bahan beracun berbahaya (B3) karena efek sampingnya yang sangat berbahaya

apabila masuk kedalam tubuh organisme maupun manusia. Dalam kepentingan untuk menjaga kelestarian lingkungan perairan maka perlu diketahui kandungan logam berat kadmium (Cd) dalam air dan sedimen maupun pada biota yang hidup didalamnya.

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk menambah ilmu pengetahuan, pengalaman, informasi dan ketrampilan melalui penelitian di lapang mengenai kandungan logam berat kadmium (Cd) pada air, sedimen serta organ (lambung, otot dan insang) kerang hijau (*Perna viridis L.*) yang ditemukan di Perairan Ngemboh Gresik, Perairan Banyu Urip Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya Jawa Timur. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui konsentrasi logam berat kadmium (Cd) di air, sedimen dan insang, otot, lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) yang ditemukan di Perairan Ngemboh Gresik, Perairan Banyu Urip Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya.
2. Untuk menganalisis perbedaan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada organ insang, otot, dan lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*).
3. Untuk menganalisis perbedaan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada organ insang, otot, dan lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) dari 3 lokasi pengamatan yaitu Perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran.

### 1.4 Kegunaan

Adapun kegunaan dari dilakukannya penelitian skripsi ini antara lain :

1. Bagi Mahasiswa

Dengan melakukan penelitian ini secara langsung akan dapat menambah wawasan, informasi serta ketrampilan yang lebih mengenai logam berat khususnya kadmium pada kerang hijau di Perairan Ngemboh

Gresik, Perairan Banyu Urip Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya Jawa Timur.

## 2. Bagi Progam Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi ataupun sumber informasi keilmuan mengenai kandungan logam berat kadmium dan kerang hijau di Perairan Ngemboh Gresik, Perairan Banyu Urip Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya Jawa Timur sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan ekosistem perairan dengan tujuan konservasi serta dapat menjadi dasar untuk penulisan dan penelitian lebih lanjut.

## 3. Bagi Pemerintah

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan mengenai pengelolaan ekosistem perairan yang berkelanjutan, selain itu dapat dijadikan sebagai peningkatan kelestarian di Perairan Gresik dan Perairan Surabaya.

### 1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian skripsi ini dilaksanakan di Perairan Ngemboh Gresik, Perairan Banyu Urip Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya Jawa Timur pada bulan Januari - Maret 2016. Analisis kandungan logam berat kadmium (Cd) dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan (FMIPA), Universitas Brawijaya, Malang serta analisis kualitas airnya dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Brawijaya Malang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Logam Berat

Logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni organik dan anorganik. Apabila dibedakan dari berat jenisnya logam berat dibagi menjadi 2 golongan yaitu golongan logam berat dengan berat lebih kecil dari  $5 \text{ gr/cm}^3$  dan golongan logam berat dengan berat jenis lebih besar dari  $5 \text{ gr/cm}^3$ . Secara alami unsur logam yang ada di perairan tergolong dalam jumlah yang sangat rendah, kadar logam berat di perairan dapat meningkat apabila banyaknya buangan limbah yang masuk kedalam perairan mengandung logam berat. Logam berat bersifat toksik terhadap lingkungan, perairan maupun biota yang hidup di perairan tersebut (Chotimah, 2015).

Menurut Basalmah (2006), logam berat yang telah masuk ke dalam perairan akan mengalami tiga proses akumulasi yaitu proses fisika dan kimia (penyerapan, pengendapan, pertukaran ion) dan proses biologi (terakumulasi pada organisme). Proses biologi terjadi apabila logam berat mengendap didasar perairan. Berdasarkan kegunaannya logam berat dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Logam berat esensial (dalam kandungan tertentu masih dibutuhkan oleh organisme) seperti Zn, Fe, Cu dan Co.
2. Logam berat non esensial (belum diketahui manfaatnya bagi organisme perairan. Contohnya logam berat Hg, Pb, Cd.

Logam berat merupakan salah satu bahan kimia beracun yang dapat memasuki ekosistem bahari. Logam berat seringkali memasuki rantai makanan di laut dan berpengaruh pada hewan-hewan, serta dari waktu ke waktu dapat berpindah-pindah dari sumbernya. Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme maupun efeknya secara

tidak langsung terhadap kesehatan manusia (Nybakken (1992) dalam Fernanda, 2012).

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya adalah karena sifatnya yang tidak dapat dihancurkan (non degradable) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan. Akibatnya, logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Agustina, 2010).

## 2.2 Logam Berat Kadmium (Cd)

Menurut Setiawan (2014), kadmium (Cd) merupakan logam berat yang termasuk dalam unsur transisi (golongan II B) dan memiliki titik lebur  $321^{\circ}\text{C}$ . Keracunan kadmium (Cd) kronis menyebabkan kerusakan pada fisiologi tubuh, yaitu ginjal, paru-paru, darah, jantung, kelenjar reproduksi, indera penciuman, dan kerapuhan tulang.

Kadmium (Cd) memiliki nomor atom 48, bobot atom 122.41 g, bobot jenis  $8.642\text{ g/cm}^3$  pada  $20^{\circ}\text{C}$ . Kadmium memiliki titik leleh  $302.9^{\circ}\text{C}$ , titik didih  $767^{\circ}\text{C}$  pada tekanan uap  $0.013\text{ Pa}$  pada suhu  $180^{\circ}\text{C}$ . Kadmium merupakan logam yang ditemukan alami dari kerak bumi. Kadmium murni berupa logam lunak berwarna putih perak. Namun sejauh ini belum pernah ditemukan kadmium dalam bentuk logam murni di alam. Kadmium biasa ditemukan sebagai mineral yang terikat dengan unsur lain seperti oksigen, klorin atau sulfur. Kadmium tidak memiliki rasa maupun aroma spesifik (Fernanda, 2012).

Kadmium ditemukan di kulit bumi ataupun hasil letusan gunung vulkanik. Selain itu kadmium dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia baik disengaja maupun tidak disengaja. Kadmium bersifat lentur, tahan terhadap tekanan, memiliki titik lebur rendah dan dapat dimanfaatkan untuk pencampuran logam

lain seperti nikel, perak, tembaga dan besi. Sumber kadmium juga berasal dari pabrik peleburan besi baja, produksi semen, pembakaran sampah, dan penggunaan logam yang berhubungan dengan hasil produksinya (pabrik baterai, aki, pigmen warna, pestisida, gelas dan keramik (Darmono, 1995).

Kadmium telah digunakan secara meluas pada berbagai industri antara lain pelapisan logam, peleburan logam, pewarnaan, baterai, minyak pelumas, dan bahan bakar. Bahan bakar dan minyak pelumas mengandung Cd sampai 0.5 ppm, batubara mengandung Cd sampai 2 ppm, pupuk superpospat juga mengandung Cd bahkan ada yang sampai 170 ppm. Limbah cair dari industri dan pembuangan minyak pelumas bekas yang mengandung Cd masuk kedalam perairan laut serta sisa-sisa pembakaran bahan bakar yang terlepas ke atmosfer dan selanjutnya jatuh masuk ke laut. Konsentrasi Cd pada perairan laut yang tidak tercemar adalah kurang dari 1 mg/l atau 1 mg/kg sedimen laut (Agustina, 2010).

### **2.2.1 Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) di Perairan**

Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alamiah yaitu kurang dari 1  $\mu\text{g/l}$ , apabila terjadi erosi alamiah, konsentrasi logam tersebut dapat meningkat. Beberapa macam logam biasanya lebih dominan daripada logam lain yang biasanya tergantung pada asal sumber air (air tanah dan air sungai). Disamping itu jenis air (air tawar, air payau dan air laut) ternyata juga mempengaruhi kandungan logam berat didalamnya ( Darmono, 2001).

Kandungan alamiah logam pada lingkungan perairan dapat berubah-ubah, tergantung pada kadar pencemaran oleh ulah manusia atau perubahan alam, seperti erosi. Kandungan logam tersebut dapat meningkat bila limbah perkotaan, pertambangan, pertanian, dan perindustrian yang banyak mengandung logam berat masuk ke perairan (Agustina, 2010).

Logam-logam yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun hilangnya sekelompok organisme tertentu dapat menjadikan terputusnya satu rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutan keadaan tersebut tentu saja dapat menghancurkan satu tatanan ekosistem perairan (Palar, 1994).

Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan organisme maupun terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (Ika *et al.*, 2012). Kadmium (Cd) menjadi populer sebagai logam berat yang berbahaya setelah timbulnya pencemaran sungai di wilayah Kumamoto Jepang yang menyebabkan keracunan pada manusia. Pencemaran kadmium pada air minum di Jepang menyebabkan penyakit itai-itai (Agustina, 2010).

### 2.2.2 Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Sedimen

Logam berat yang masuk diperairan pantai selain akan mencemari air juga akan mengendap didasar perairan yang mempunyai waktu tinggal (*residence time*) sampai ribuan tahun dan logam berat akan terkonsentrasi ke dalam tubuh makhluk hidup dengan proses bioakumulasi dan biomagnifikasi (Darmono, 2001). Senyawa logam berat yang terlarut didalam kolom air dapat diabsorpsi oleh partikulat dan masuk kedalam sedimen yang terdiri dari penghancur batuan dan rangka organisme laut. Dikatakan oleh Rositasari (2010) bahwa logam berat merupakan kontaminan yang sangat umum ditemukan di sedimen dasar air.

Sedimen dapat digunakan sebagai indikator pencemaran karena perannya sebagai sink bagi bahan-bahan pencemar dari daratan. Kontaminan logam yang telah berada di sedimen akan diserap oleh organisme benthik yang selanjutnya logam tersebut akan ditransfer dari sedimen ke rantai makanan yang lebih tinggi (Arifin *et al.*, 2009).

### 2.2.3 Kandungan Logam Berat Cd Pada Organisme

Kondisi organisme air dapat dipengaruhi oleh keberadaan logam berat di dalam air, terutama pada konsentrasi yang melebihi ambang batas. Organisme air mengambil logam berat dari badan air atau sedimen dan memekatkannya ke dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan. Akumulasi melalui proses ini disebut bioakumulasi. Kemampuan organisme air dalam menyerap (absorpsi) dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara yaitu melalui saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit (Mandibelli (1976) dalam Darmono, 2001)

Namun sebagian besar logam berat masuk ke dalam tubuh organisme air melalui rantai makanan dan hanya sedikit yang diambil air. Akumulasi dalam tubuh organisme air dipengaruhi oleh konsentrasi bahan pencemar dalam air, kemampuan akumulasi, sifat organisme (jenis, umur dan ukuran) dan lamanya pernafasan. Logam berat diserap oleh tubuh hewan perairan kebanyakan dalam bentuk ion. Penyerapan tersebut dalam bentuk ion melalui insang dan saluran pencernaan. Logam dapat tertimbun dalam jaringan terutama di hati dan ginjal. Ion logam yang masuk ke dalam jaringan makhluk hidup bersenyawa dengan bahan kimia jaringan yang ada di dalam tubuh makhluk hidup (Suaniti, 2007).

Kadmium (Cd) dalam ekosistem air dapat terakumulasi dalam kupang, tiram, udang laut dan ikan. Kepekaan terhadap kadmium dapat sangat bervariasi

antara organisme air. Organisme air asin diketahui lebih resisten terhadap keracunan kadmium daripada organisme tawar (Agustina, 2010).

### 2.3 Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah salah satu sumberdaya hayati yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Hal ini disebabkan karena kerang hijau mudah dan relatif cepat untuk dibudidayakan. Kerang hijau dapat berkembang pesat didaerah yang memiliki masukan bahan organik yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan kerang hijau masuk kedalam jenis hewan penyaring (filter feeder), dimana cara mendapatkan makanan yaitu dengan cara memompa air melalui rongga mantel sehingga mendapatkan partikel-partikel dalam air (Liliandari dan Aunurrohim, 2013).

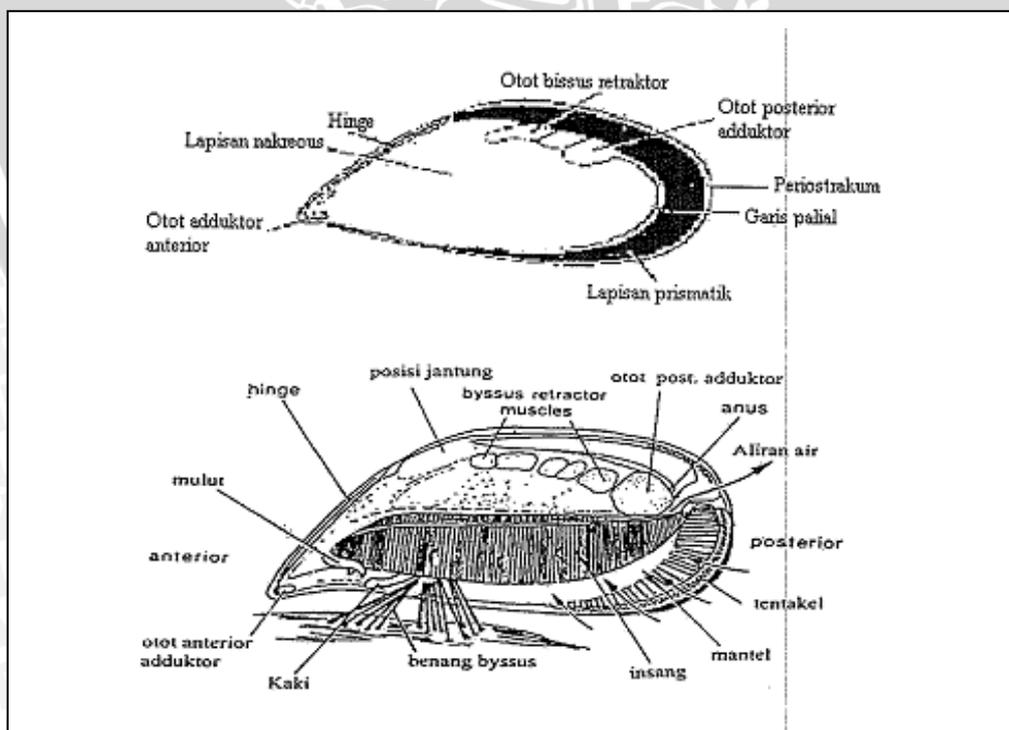
#### 2.3.1 Biologi Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau termasuk dalam binatang lunak *Mollusca* yang hidup di laut, memiliki dua cangkang berwarna hijau, insang berlapis, berkaki kapak serta memiliki benang bisus. Kerang hijau merupakan filter feeder hidup dalam perairan berkisar 1-7 meter serta memiliki toleransi terhadap perubahan salinitas 27-35 ppm (Agustina, 2010). Menurut Clark (1986), kerang hijau merupakan organisme yang bersifat menetap pada perairan dan memperoleh makanan dengan cara menyaring makanan yang berada di perairan. Seperti pada kerang lainnya kerang hijau (*Perna viridis*) mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam berat.

Cangkang dihubungkan oleh engsel elastis. Apabila cangkang terbuka kaki keluar untuk bergerak. Untuk menutup cangkang dilakukan oleh otot transversal yang terletak di akhir kedua ujung tubuh di bagian dekat dorsal, yaitu otot aduktor anterior dan posterior. Cangkok berjumlah dua (sepasang) ada di bagian anterior dan umbo (bagian yang membesar/menonjol) terdapat dibagian

posterior (punggung). Adanya otot-otot aduktor ini menyebabkan dua cangkang dapat membuka dan menutup. Pada umumnya hidup di perairan baik air tawar maupun air laut yang banyak mengandung zat kapur yang digunakan untuk membentuk cangkangnya (Saquadah, 2010)

Alat pernapasan kerang berupa insang dan bagian mantel. Insang kerang berbentuk W dengan banyak lamella yang mengandung banyak batang insang. Pertukaran  $O_2$  dan  $CO_2$  terjadi pada insang dan sebagian mantel. Mantel terdapat di bagian dorsal meliputi seluruh permukaan dari cangkang dan bagian tepi. Antara mantel dan cangkang terdapat rongga yang di dalamnya terdapat dua pasang keping insang, alat dalam dan kaki. Alat peredaran darah sudah agak lengkap dengan pembuluh darah terbuka. Sistem pencernaan dari mulut sampai anus (Saquadah, 2010). Sistem sarafnya terdiri dari 3 pasang ganglion yang saling berhubungan yaitu ganglion anterior terdapat di sebelah ventral lambung, ganglion pedal terdapat pada kaki, ganglion posterior terdapat di sebelah ventral otot aduktor posterior. Morfologi kerang hijau sebagai berikut.



**Gambar 1.** Morfologi Kerang Hijau (Harris, 1990)

### 2.3.2 Klasifikasi Kerang Hijau (*Perna viridis*)

Kerang hijau (*Perna viridis*) dapat mencapai panjang maksimum 16,5 cm, tetapi umumnya ditemukan berukuran 8 cm (Goesling, 2003). Pada bagian luar, cangkangnya berwarna hijau, bagian tengahnya berwarna coklat dan bagian dalam berwarna putih keperakan seperti mutiara. Kerang hijau hidup di laut, memiliki insang berlapis, berkaki kapak serta memiliki benang bisus. Kerang hijau merupakan filter feeder hidup dalam perairan dengan kedalaman berkisar 1-7 meter (Gambar 2). Menurut Cappenberg (2008), klasifikasi dari kerang hijau (*Perna viridis*) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Molusca
Class	: Bivalvia
Sub Class	: Lamellibranchiata
Ordo	: Anisomyria
Super Family	: Mytilinae
Family	: Mytilinae
Sub Family	: Mytilinae
Genus	: Perna
Spesies	: <i>Perna viridis</i> L



**Gambar 2.** Kerang Hijau (*Perna viridis* L)  
(Dokumentasi pribadi, 2016)

Kerang hijau merupakan bioindikator untuk memonitor senyawa-senyawa beracun di lingkungan perairan laut karena distribusi penyebarannya yang luas, mempunyai sifat hidup menetap, mudah diambil untuk sampel, mempunyai toleransi yang luas terhadap salinitas, tahan terhadap tekanan dan tingginya akumulasi berbagai bahan kimia. Kerang hijau termasuk organisme sessile, yang tidak dapat bergerak bebas untuk pindah tempat sedangkan dalam waktu yang sama pencemaran berlangsung terus menerus. Akibatnya, kondisi ini menjadikan kerang hijau bersifat resisten terhadap berbagai bahan-bahan pencemar. Dengan demikian kerang hijau diduga akan mengalami penurunan dalam pertumbuhannya dan akibat fatalnya adalah kematian (Sudaryanto *et al.*, 2005).

### 2.3.3 Makanan dan Kebiasaan Makan

Berdasarkan cara memperoleh makanannya, moluska bivalvia digolongkan dalam kelompok *filter feeder*. Apabila makanan diperoleh dengan menyaring fitoplankton dari perairan yang ditempati, maka disebut sebagai *suspension feeder*. Apabila makanan atau bahan organik diambil dari substratum tempat hidupnya maka disebut sebagai *deposit feeder* (Setyobudiandi, 2000). Kerang hijau (*Perna viridis* L.) dewasa dapat menghasilkan telur kurang lebih 1,2 juta. Pemijahan ini terjadi akibat adanya rangsangan alami seperti perubahan suhu dan salinitas. Sel telur yang telah dibuahi akan berkembang dan menetas menjadi larva. Larva kerang hijau bersifat planktonik, yaitu melayang di air dan terbawa arus selama dua minggu. Larva akan mengalami beberapa kali perubahan bentuk (metamorphosa). Pada akhir stadia larva, kerang hijau akan mengalami perubahan cara hidup dari planktonik menjadi sessil (tinggal diam dan menempel). Pada saat itu apabila larva tidak mendapatkan substrat maka akan segera mati (Departemen Pertanian, 1985).

Kecepatan tumbuh kerang hijau berkisar antara 0,7-1,0 cm per bulan (Direktorat Jenderal Perikanan, 1985). Menurut Roberts (1976) kelas bivalvia telah digunakan oleh ahli ekologi dalam menganalisis pencemaran air. Hal ini karena sifatnya yang menetap dan cara makan pada umumnya *filter feeder*, sehingga mempunyai kemampuan mengakumulasi bahan-bahan polutan seperti logam berat.

#### **2.3.4 Akumulasi Logam Berat cadmium (Cd) pada Kerang Hijau**

Seperti pada hewan air lainnya logam berat juga terakumulasi pada kerang. Perbedaannya, jenis kerang dapat mengakumulasi logam lebih besar daripada hewan air lainnya karena sifatnya yang menetap, lambat untuk dapat menghindarkan diri dari pengaruh polusi, dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu. Karena itu jenis kerang ini merupakan indikator yang sangat baik untuk memonitor suatu pencemaran lingkungan (Darmono, 2001).

Kerang hijau mencari makan dengan cara menyaring makanan yang terlarut dalam air (*filter feeder*). Kerang yang terakumulasi logam berat dapat berpotensi menimbulkan bahaya bagi yang mengkonsumsinya, sebab apabila kerang yang hidup pada perairan tercemar maka daging kerang cepat terakumulasi zat-zat beracun (Jalius *et al*, 2008). Menurut Hutagalung (2001), kerang hijau mempunyai kemampuan akumulasi yang baik terhadap logam berat pada lingkungan yang tercemar. Ukuran kerang juga mempengaruhi tingkat akumulasi kerang itu sendiri, semakin besar ukuran kerang (>5 cm) maka kerang tersebut dapat mengakumulasi logam berat lebih besar daripada kerang yang ukuran kecil (<5 cm), karena sifat hidupnya yang menetap cenderung lebih lama dan mengakumulasi logam beratnya lebih banyak dibandingkan yang lain.

Logam berat Cd apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak pada tubuh suatu organisme maka akan menyebabkan kematian karena logam berat tersebut bersifat toksik. Menurut Palar (1994) bahwa logam berat dapat mengumpul dalam tubuh organisme dan akan tetap tinggal dalam tubuh pada waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi.

Proses akumulasi logam berat dalam tubuh organisme terjadi melalui dua proses, yaitu *active uptake* dan *passive uptake*. *Active uptake* merupakan proses akumulasi yang terjadi secara simultan dan sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan mikroorganisme. Logam berat dapat diendapkan pada proses metabolisme dan ekspresi pada tingkat kedua, proses ini tergantung pada salinitasnya terhadap parameter-parameter yang berbeda seperti pH, kekuatan ikatan ionic, suhu dan cahaya. Proses *passive uptake* (bioabsorpsi) terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda. Pertama proses pertukaran ion monovalent dan divalent seperti Na, Mg dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat. Kedua, ion-ion logam membentuk formasi kompleks dengan gugus fungsional seperti carbonyl, amino, thiol, hydroxyl, phosphate dan hydroxy-carboxyl yang berbeda pada dinding sel (Maeda dan Ohki, 1998 dalam Hartika, 2014).

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh biota air melalui permukaan kulit dan melalui insang, sedangkan akumulasi logam berat dalam biota air terjadi pada otot abductor, insang, mantel, gonad, ginjal dan hati (Taftazani *et al.*, 2008). Menurut Vasanthi *et al.*, (2012) menyatakan bahwa jaringan otot adductor *Perna viridis* yang dikumpulkan dari daerah yang kurang tercemar mengungkapkan susunan fasciculus dari myofilaments dengan otot emarginate dan serat, yang mengikat jaringan ikat. Sedangkan otot adductor dari sungai Ennore menunjukkan myodegenerasi dan kerusakan jaringan ikat. Akhirnya jaringan otot menjadi berhenti berkembang dan seluruh otot serat terfragmentasi.

Insang dan saluran pencernaan dari kerang merupakan organ utama untuk akumulasi logam (Gundacker, 1999). Saluran pencernaan dari moluska merupakan pusat utama untuk regulasi metabolisme, berpartisipasi dalam mekanisme pertahanan kekebalan tubuh dan regulasi homeostatis dari media internal maupun proses detoksifikasi dan penghapusan xenobiotic (Moore dan Allen, 2002). Oleh karena itu, morfologi, struktur dan fungsi dari kelenjar pencernaan di moluska dapat digunakan untuk mempelajari aktivitas metabolik aorganisme. Saluran pencernaan mengalami perubahan sebagai refleksi dari adanya gangguan pada tingkat molekuler. Identifikasi gangguan ini dapat membantu dalam mempelajari perubahan hewan karena terkena polutan dan faktor stress lainnya ( Marigomez *et al.*, 1998 *dalam* Vasanthi *et al.*, 2012).

### **2.3.5 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau**

Logam berat masuk kedalam tubuh kerang melalui mulut (oral), insang dan kulit, kemudian berada dalam sistem peredaran darah dengan adanya peningkatan hingga mencapai organ. Dalam kurun waktu yang lama akan terjadi akumulasi dalam jaringan daging, sehingga kan berpengaruh terhadap aktivitas fisiologi dan biokimia tubuh kerang (Jalius *et al*, 2008). Ketika terjadi proses filter feeder partikel-partikel yang berukuran kecil akan lolos dan sementara yang berukuran besar akan dikeluarkan melalui sifon inkuler (bulu-bulu halus pada insang) dalam bentuk pseudofeces (senyawa yang tidak dibutuhkan didalam tubuh) (Pecheruk, 2000).

Mekanisme penyerapan logam Cd ke dalam organisme perairan yaitu melalui penyerapan kulit, insang dan rantai makanan. Pengeluarannya biasanya melalui permukaan tubuh melalui tiga cara yaitu pernafasan, permukaan kulit dan yang paling banyak ditemukan melalui makanan yang telah terkontaminasi logam berat (Fardiaz, 1992).

Logam berat yang masuk bersamaan dengan partikel makanan akan mengalami difusi melalui membran insang dan terbawa aliran darah. Insang kerang hijau memiliki mucus atau lender yang penyusun utamanya adalah glikoprotein. Sehingga ada dugaan bahwa logam berat akan terikat menjadi metallothionein. Karena penyusun utamanya adalah sistein yang tergolong dalam gugus sulfidril (-SH) yang mampu mengikat ion logam (Overnell dan Sparia, 1990). Insang adalah organ yang merupakan jalur utama penyerapan logam berat dari air. Tinggi beban logam berat di insang dapat dijadikan petunjuk sumber kontaminasi dari air. Konsentrasi logam berat di insang dapat dipengaruhi oleh penyerapan logam ke permukaan insang, serta oleh pembentukan kompleks antara logam dan lender, yang sering mustahil untuk menghapus dari lamella sebelum analisis.

Sekitar 5% dari diet kadmium, diabsorpsi dalam tubuh. Sebagian besar Cd masuk melalui saluran pencernaan, tetapi keluar lagi melalui feses sekitar 3-4 minggu kemudian dan sebagian kecil dikeluarkan melalui urin. Kadmium dalam tubuh terakumulasi dalam hati dan ginjal, terutama sebagai metalotionein. Metalotionein mengandung unsur sistein, dimana Cd terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil dan fosfatil dari protein dan purin. Kemungkinan besar pengaruh toksisitas Cd disebabkan oleh interaksi antara Cd dan protein tersebut, sehingga menimbulkan hambatan terhadap aktivitas kerja enzim dalam tubuh. Plasma enzim yang diketahui dihambat Cd ialah aktivitas dari enzim alfa-antitripsin. Terjadinya defisiensi enzim ini dapat menyebabkan emfisema dari paru dan hal ini merupakan salah satu gejala gangguan paru karena toksisitas Cd (Darmono, 2001).

#### **2.4 Metode AAS (Atomic Absorbtion Spektrofotometry)**

Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau diserap

oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri ialah Spektrometri Serapan Atom (AAS) yang merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom dalam keadaan bebas (Skoog *et al.*, 2000).

Sejarah AAS berkaitan erat dengan observasi sinar matahari. Pada tahun 1802 Wollaston menemukan garis hitam pada spektrum cahaya yang kemudian diselidiki lebih lanjut oleh Fraunhofer pada tahun 1820. Brewster mengemukakan pandangan bahwa garis Fraunhofer ini diakibatkan oleh proses absorpsi pada atmosfer matahari. Prinsip absorpsi ini kemudian mendasari Kirchhoff dan Bunsen untuk melakukan penelitian yang sistematis mengenai spektrum dari logam alkali dan alkali tanah. Kemudian Planck mengemukakan hukum kuantum dari absorpsi dan emisi suatu cahaya. Menurutnya suatu atom hanya akan mengambil dan melepas suatu jumlah energy tertentu (frekuensi) atau dengan kata lain ia hanya mengambil dan melepas suatu jumlah energi tertentu. Kelahiran AAS sendiri pada tahun 1955, ketika publikasi yang ditulis oleh Walsh dan Alkemade dan Milatz muncul. Dalam publikasi ini AAS direkomendasikan sebagai metode analisis yang dapat diaplikasikan secara umum (Welsh, 1988).

Absorbs (serapan) atom adalah suatu proses penyerapan bagian sinar oleh atom-atom bebas pada panjang gelombang tertentu dari atom itu sendiri sehingga konsentrasi suatu logam dapat ditentukan. Karena absorbansi sebanding dengan konsentrasi suatu analit, maka metode ini dapat digunakan untuk sistem pengukuran atau analisis kuantitatif. AAS dalam kimia analitik dapat diartikan sebagai suatu teknik untuk menentukan konsentrasi unsur logam tertentu dalam suatu cuplikan. Teknik pengukuran ini dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi lebih dari 62 jenis unsur logam. Prinsip kerja analisa menggunakan AAS yaitu suatu sampel dibuat dalam bentuk larutan kemudian

dikabutkan, lalu disemburkan ke bagian burner dan mengalami deatomisasi. Kemudian direaksikan dengan sumber energi (radiasi) maka atom pada keadaan dasar membutuhkan energi yang besar dan untuk mendapatkannya atom tersebut menyerap energi dari sumber cahaya (foton) yang ada pada alat AAS.

Cara kerja mesin AAS ini berdasarkan penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (hallow katoda lamp) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya. Untuk pengujian logam berat dalam penelitian ini menggunakan alat AAS dengan nyala (flame AAS). Dalam analisis logam dengan menggunakan system ini, sampel diatomisasi pada alat atomizer melalui nyala api dengan bahan bakar asetilen murni. Biasanya logam yang dianalisis dengan flame AAS ini ialah Ca, Cd, Cu, Cr dan sebagainya yang dikelompokkan dalam logam normal (Darmono, 1995).

### **2.5 Efek Logam Berat Kadmium (Cd) pada Manusia**

Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam yaitu sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaanya secara alami sulit terurai (Ika *et al.*, 2012). Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam-logam yang lain. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang diakibatkan bila logam ini diberikan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Meskipun semua logam berat dapat mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, namun sebagian dari logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah yang sangat kecil. Bila

kebutuhan yang sangat sedikit itu tidak dipenuhi, maka dapat berakibat fatal bagi kelangsungan hidup organisme (Rusman, 2010). Kasus toksisitas kadmium dilaporkan sejak pertengahan tahun 1980-an dan kasus tersebut semakin meningkat sejalan dengan perkembangan ilmu kimia di akhir abad 20-an. Sampai sekarang diketahui bahwa logam berat Cd merupakan logam berat yang paling banyak menimbulkan toksisitas pada makhluk hidup.

Sekitar 5% dari diet kadmium, diabsorpsi dalam tubuh. Sebagian besar Cd masuk melalui saluran pencernaan, tetapi keluar lagi melalui feses sekitar 3-4 minggu kemudian dan sebagian kecil dikeluarkan melalui urin. Kadmium dalam tubuh terakumulasi dalam hati dan ginjal terutama terikat sebagai metalotionein. Metalotionein mengandung unsur sistein, dimana Cd terikat dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil dan fosfatil dari protein dan purin. Kemungkinan besar pengaruh toksisitas Cd disebabkan oleh interaksi antara Cd dan protein tersebut, sehingga menimbulkan hambatan terhadap aktivitas kerja enzim dalam tubuh. Plasma enzim yang diketahui dihambat Cd ialah aktivitas dari enzim alfa-antitripsin. Terjadinya defisiensi enzim ini dapat menyebabkan emfisema dari paru dan hal ini merupakan salah satu gejala gangguan paru karena toksisitas Cd (Darmono, 2001).

Di Jepang telah terjadi keracunan oleh Cd, yang menyebabkan penyakit lumbago yang berlanjut kearah kerusakan tulang dengan akibat melunak dan retaknya tulang. Organ tubuh yang menjadi sasaran keracunan Cd adalah ginjal dan hati, apabila kandungan mencapai 200 µg Cd/g (berat basah) dalam korteks ginjal yang akan mengakibatkan kegagalan ginjal dan berakhi pada kematian. Korban terutama terjadi pada wanita pascamonopause yang kekurangan gizi, kekurangan vit D dan kalsium. Penimbunan Cd dalam tubuh mengalami peningkatan sesuai usia yaitu paruh-umur dalam tubuh pada kisaran 20-30 tahun (Herman, 2006).

## 2.6 Parameter Kualitas Air

### 2.6.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh faktor geografis dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke laut (Simanjutak, 2009). Selain itu suhu air laut juga dapat dipengaruhi oleh faktor musim, lintang dan waktu dalam hari. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen (Effendi, 2003).

Suhu perairan mempengaruhi proses kelarutan akan logam berat yang masuk ke perairan. Semakin tinggi suhu perairan maka kelarutan logam berat akan semakin tinggi pula. Menurut Palar (2004) adanya kenaikan suhu dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa logam berat pada partikulat. Suhu air yang dingin akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikulat untuk mengendap di dasar. Sedangkan pada suhu air naik, senyawa logam berat akan melarut di air karena penurunan laju adsorpsi ke dalam partikulat. Logam yang memiliki kelarutan yang kecil akan ditemukan di permukaan air selanjutnya dengan perpindahan dan waktu tertentu akan mengendap hingga ke dasar, artinya logam tersebut hanya akan berada di dekat permukaan air dalam waktu yang sesaat saja dan kemudian mengendap lagi.

### 2.6.2 Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi ion-ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam satuan ppt atau promil. Salinitas sangat berhubungan dengan tekanan osmotik air sehingga organisme berada pada kondisi yang seimbang dengan media tempat hidupnya. Perubahan salinitas dapat menyebabkan masalah terhadap osmotik pada organisme yang mungkin akan menimbulkan

kematian. Perubahan salinitas dapat terjadi karena adanya pasang surut, aliran air dari daratan, penguapan air bersalinitas maupun adanya air hujan (Nybakken, 1998)

Salinitas juga berpengaruh terhadap logam berat. Sesuai yang dikatakan Erlangga (2007) salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat akumulasi logam berat semakin besar.

Kadmium dapat membentuk kompleks dengan ion dan senyawa lain. Empat spesi utama adalah : kadmium halide, kadmium sulfide, kadmium oksida dan senyawa organokadmium. Bergantung pada pH pada senyawa ( $\text{CdO}$ ,  $\text{CdS}$ ,  $\text{Cd(OH)}_2$ ,  $\text{CdCO}_3$  dan  $\text{CdSiO}_3$ ) memiliki kelarutan rendah dalam air. Di perairan laut dengan salinitas 10-35 ppt, kompleks kadmium klorida menjadi bentuk yang utama (Fernanda, 2012).

### 2.6.3 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Palar (1994), keberadaan logam berat di badan perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan diantaranya adalah suhu, pH dan salinitas. Dalam lingkungan perairan, bentuk logam antara lain berupa ion-ion bebas, pasangan ion organik dan ion kompleks. Kelarutan logam dalam air dikontrol oleh pH air. Kenaikan pH menurunkan logam dalam air, karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada air, sehingga akan tetap partikel padat pada air. Sehingga akan mengendap dan membentuk lumpur.

Derajat keasaman (pH) digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman (pH) didefinisikan sebagai kologaritma aktivasi hydrogen ( $\text{H}^+$ ) yang terlarut. Logam yang terkandung dalam air jika pH makin asam maka kelarutannya semakin

besar, sebaliknya jika larutannya makin basa maka kelarutannya makin kecil yang ditandai dengan adanya endapan. Larutan makin asam pengionannya makin tinggi, sebaliknya makin bersifat basa maka akan mengendap (Tangio, 2013). Nilai dari pH bervariasi antara 0-14 dengan batas normal ada pada nilai 7. Banyaknya buangan yang berasal dari rumah tangga dan industri kimia tertentu ke dalam suatu perairan dapat mempengaruhi nilai pH didalamnya (Susana, 2009).

Derajat keasaman (pH) akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan, dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar (Eshmat, *et al.* 2014). Kepekatan garam yang tinggi pada kation alkali dan alkalin dapat bersaing untuk tempat penyerapan pada partikel padat dengan cara mengalami ion logam yang diserap.

#### **2.6.4 Oksigen Terlarut (DO)**

Dissolved Oxygen (DO) adalah jumlah oksigen terlarut didalam badan air. Oksigen terlarut ini bersumber dari proses fotosintesis dan difusi udara. Menurut Warlina (2004), apabila oksigen terlarut di perairan rendah dapat menyebabkan biota air akan kekurangan oksigen dan kemungkinan mereka tidak dapat bertahan hidup. Oksigen terlarut merupakan parameter penting dalam analisis kualitas air. Nilai oksigen terlarut yang biasanya diukur dalam bentuk konsentrasi ini menunjukkan jumlah oksigen yang tersedia dalam badan air. Semakin besar nilai oksigen terlarut pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, maka dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar (Eshmat, *et al.* 2014). Peningkatan suhu sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Dekomposisi bahan organik dan

oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (Effendi, 2003).

### **2.6.5 Total Organic Matter (TOM)**

Kalium permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ) telah lama dipakai sebagai oksidator pada penentuan konsumsi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik, yang dikenal sebagai parameter nilai permanganate atau sering disebut sebagai kandungan bahan organik total atau TOM. Akan tetapi kemampuan oksidasi oleh permanganate sangat bervariasi, tergantung pada senyawa-senyawa yang terkandung dalam badan air. Penentuan nilai oksigen yang dikonsumsi dengan metode permanganate selalu memberikan hasil yang lebih kecil dari nilai BOD. Kondisi ini menunjukkan bahwa permanganate tidak cukup mampu mengoksidasi bahan organik secara sempurna (Effendi, 20013).

Tingginya bahan organik yang terdapat pada TOM akan mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut di perairan. Hal ini dikarenakan tingginya persentase bahan organik menunjukkan proses terjadinya oksidasi yang dalam reaksinya menggunakan sejumlah besar oksigen dan menghasilkan nitrogen ammonia, sehingga mengurangi kadar oksigen terlarut didalam perairan ( Susana, 2009).

### **2.7 Roadmap Hasil Penelitian Sebelumnya Mengenai Pencemaran Logam Berat Kadmium**

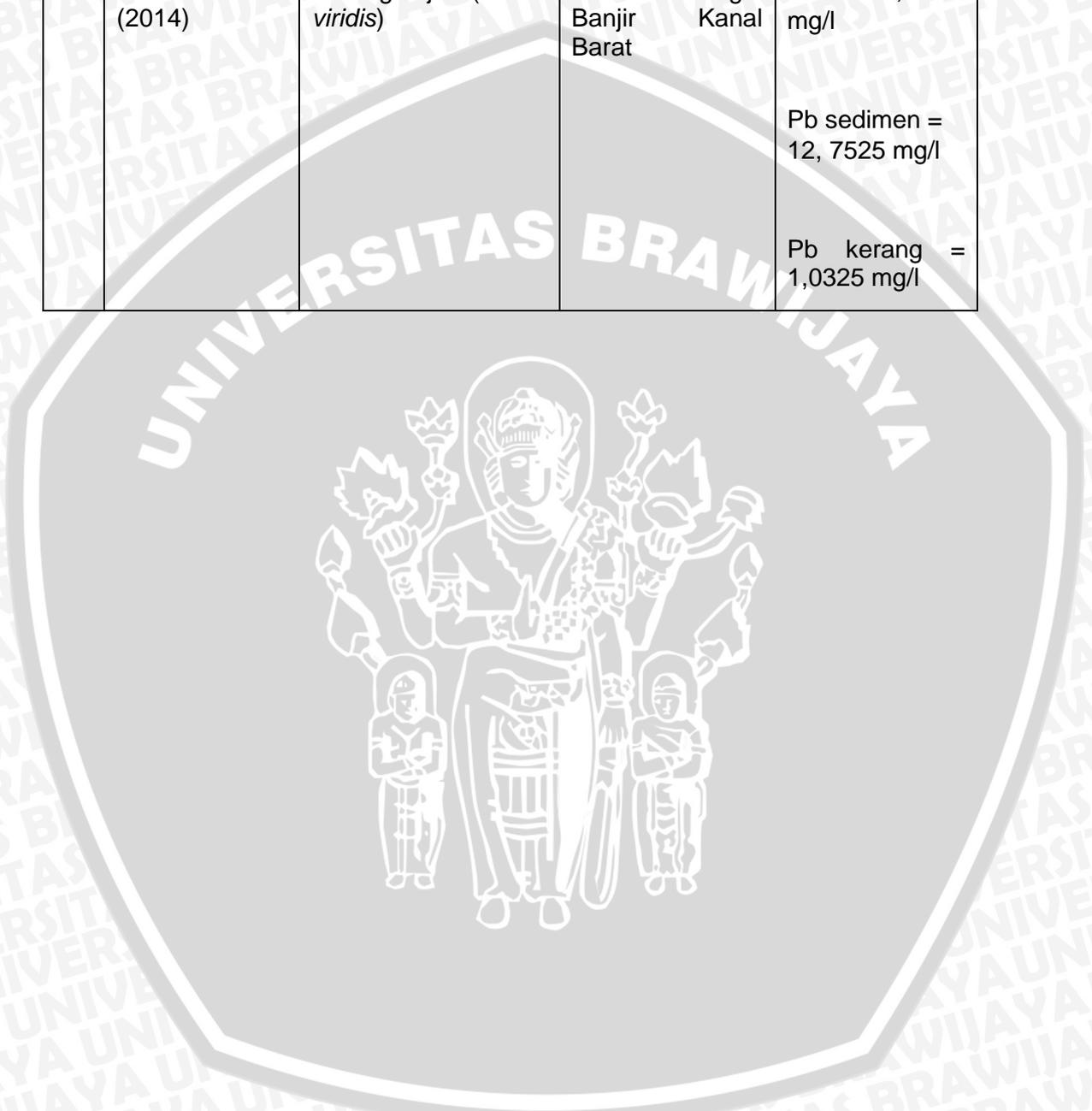
Berbagai penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan mengenai logam berat Cd pada kerang di beberapa wilayah perairan yang ada di Indonesia menunjukkan bahwa kerang memiliki sifat akumulator yang berguna untuk mengetahui jumlah konsentrasi logam berat. Berdasarkan hasil analisis mengenai akumulasi logam berat pada kerang memiliki akumulasi logam berat yang berbeda-beda tergantung dari lokasi dan kondisi perairan yang ada. Salah satu contoh penelitian Eshmat *et al.*, (2014) bahwa rata-rata hasil analisis kandungan logam berat Cd di perairan Ngembah Gresik pada air sebesar 0.048 -

0.019 ppm, pada sedimen sebesar 0.475-0.609, dan pada kerang hijau (*Perna viridis*) sebesar 0.129 – 0.113 ppm. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat di sedimen lebih tinggi dibandingkan di air dan kerang. Untuk lebih jelasnya, roadmap penelitian terdahulu akan dapat dilihat dibawah ini (Tabel 1)

**Tabel 1.** Roadmap Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat

No	Sumber	Organisme	Lokasi	Hasil Penelitian
1.	Lidya Fernanda (2012)	Kerang hijau ( <i>Perna viridis</i> )	Muara Kamal, Jakarta Utara.	Rata-rata Konsentrasi logam berat pada kerang Pb = 2.6500 ± 1.8298 mg/Kg ; Ni = 2.5942 ± 0.4048 mg/Kg ; Cr = 1.8066 ± 1.2800 mg/Kg ; Cd = 0.9703 ± 1.0160 mg/Kg.
2.	Eshmat et al (2014)	Kerang hijau ( <i>Perna viridis</i> L.)	Perairan Ngemboh, Gresik	Rata-rata logam berat Cd pada kerang = 0.129 – 0.113 ppm, pada sedimen = 0.475-0.609 ppm, dan pada air = 0.048 - 0.019 ppm
3.	Jalius et al., 2008	Kerang hijau ( <i>Perna viridis</i> )	Perairan Teluk Jakarta, Teluk Banten dan Teluk Lada.	Logam berat pada gonad kerang, Pb = 359.75 ± 272.41 ppb, Cd = 36.559 ± 21.90 ppb.
4.	Putri et al., (2012)	Kerang Hijau ( <i>Perna Viridis</i> )	Perairan Kenjeran, Surabaya	Logam berat kromium pada air = 0.049-0.056 ppm, pada sedimen = 19.601-

				26.391 ppm, sedangkan pada organ otot sebesar 46.76-52.58 ppm
5.	Wardani <i>et al</i> (2014)	Kerang Hijau ( <i>Perna viridis</i> )	Muara Sungai Banjir Barat	<p>Pb air = 0,02 mg/l</p> <p>Pb sedimen = 12, 7525 mg/l</p> <p>Pb kerang = 1,0325 mg/l</p>



### 3. MATERI DAN METODE

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah air, sedimen dan organ (lambung, otot, insang) kerang hijau (*Perna viridis* L.) dengan parameter pendukung kualitas air yang meliputi suhu, salinitas, pH air, oksigen terlarut (DO) dan Total Organic Matter (TOM).

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dan bahan yang digunakan di lapang serta alat dan bahan yang digunakan di laboratorium. Adapun alat dan bahan yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat di bawah ini (Tabel 2).

**Tabel 2.** Alat dan Bahan yang Digunakan Pada Penelitian

No	Parameter	Alat	Bahan	Skala
1	Kadar Cd pada air, sedimen	AAS, Ember, botol	NaOH <sub>3</sub>	Laboratorium
2	Plankton	Planktonet, mikroskop, cover glass, objek glass, botol film, pipet tetes, identifikasi	Aquadest, lugol	Insitu
3	Kadar Cd pada kerang hijau	AAS, alat bedah, cool box	Aquadest	Laboratorium
4	Suhu	Thermometer	-	
5	Oksigen Terlarut	DO meter	Aquadest	
6	pH	pH meter	Aquadest	Insitu
7	Salinitas	Refraktometer	-	Insitu
8	TOM	Nampan, corong, Erlenmeyer, bola hisap, pipet tetes, botol winkler, hot plate, beaker glass, gelas ukur	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Amylum KMnO <sub>4</sub> (0.01 N) Na-Oxalate (0.01N)	Laboratorium

### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu salah satu metode penelitian yang banyak digunakan pada penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan suatu kejadian. Seperti yang dikemukakan oleh Sugiono (2011) bahwa metode deskriptif adalah sebuah metode penelitian yang bertujuan untuk memberikan atau menjabarkan suatu keadaan atau fenomena yang terjadi saat dengan menggunakan prosedur ilmiah untuk menjawab masalah secara aktual.

Metode diskriptif juga digunakan untuk melukiskan secara sistematis fakta atau karakteristik populasi tertentu atau bidang tertentu, yang dalam hal ini bidang secara aktual dan cermat. Metode diskripsi bukan saja menjabarkan (analitis), tetapi juga memadukan antara satu dengan satuan yang lainnya (Hasan, 2002).

Data adalah informasi atau keterangan mengenai suatu hal berkaitan dengan tujuan penelitian. Dalam kegiatan penelitian ini data yang diperoleh meliputi :

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan survey lapangan dengan pengamatan langsung yang menggunakan semua metode pengumpulan data original (Kuncoro, 2009). Pengumpulan data primer dapat dilakukan dengan melakukan survey langsung maupun dengan percobaan. Data primer dalam penelitian ini meliputi kandungan logam berat Cd pada air, sedimen dan pada lambung, otot, insang kerang hijau serta parameter kualitas air antara lain suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH dan TOM.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang telah dikumpulkan oleh pihak lain, bukan periset sendiri, untuk tujuan lain. Ini mengandung arti bahwa periset

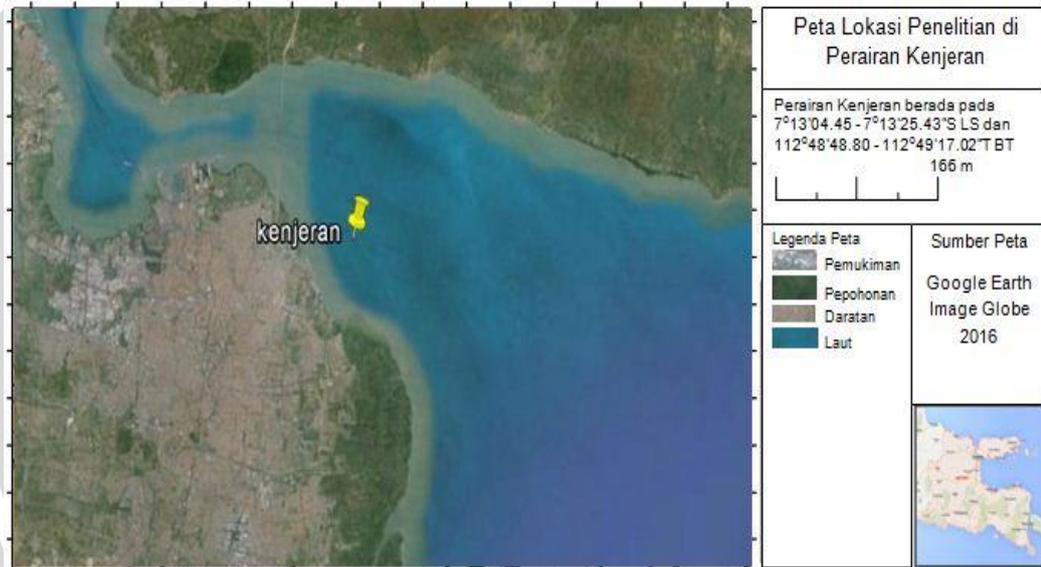
sekedar mencatat, mengakses atau meminta data tersebut pada pihak lain yang telah mengumpulkannya di lapang. Periset hanya memanfaatkan data yang sudah ada untuk penelitiannya. Keberadaan data sekunder tidak dipengaruhi oleh riset yang akan dijalankan oleh peneliti (Istijanto, 2005). Data sekunder dalam penelitian ini dapat diperoleh dari laporan, jurnal, e-book, maupun situs internet serta perpustakaan yang menunjang penelitian ini.

### 3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

Penetapan lokasi pengambilan sampel berdasarkan banyaknya sebaran kerang hijau (*Perna viridis* L) di beberapa perairan dengan metode *purposive sampling*. Selain itu penetapan lokasi juga berdasarkan adanya aktifitas manusia dan industry yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup kerang hijau (*Perna viridis*). Sampel diambil dari 3 lokasi yang memiliki aktifitas atau kegiatan perikanan yang diduga mendapatkan masukan bahan pencemar. Lokasi 1 yaitu Perairan Ngemboh yang terletak di Desa Ngemboh Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik. Perairan Ngemboh dikenal dengan pusat produksi kerang hijau (*Perna viridis* L.). Perairan Ngemboh selain terdapat pemukiman nelayan, juga terdapat industri kapal yang diduga buangan limbahnya masuk ke perairan laut. Lokasi 2 yaitu Perairan Banyu Urip yang lokasinya tidak jauh dari Perairan Ngimboh. Perairan Banyu Urip terletak di Desa Banyu Urip Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik. Lokasi ini dijadikan kontrol karena dari ketiga tempat tersebut diduga perairan Banyu Urip yang paling sedikit menerima masukan limbah. Lokasi 3 yaitu Pantai Kenjeran yang terletak di Jalan Pantai Kenjeran Kota Surabaya. Adanya perbedaan di 3 lokasi ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait kandungan logam berat Cd di lambung, otot, insang kerang hijau, air dan sedimen di ketiga lokasi tersebut. Peta ketiga lokasi dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4.



**Gambar 3.** Peta Lokasi Perairan Ngemboh dan Perairan Banyu Urip



**Gambar 4.** Peta Lokasi Perairan Kenjeran

Pengambilan sampel dilakukan di tiga lokasi yang berbeda. Ketiga lokasi itu yaitu Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik, Perairan Banyu Urip Kabupaten Gresik dan Perairan Kenjeran Surabaya. Ketiga perairan tersebut memiliki karakteristik yang hampir sama yaitu berlumpur, berbatu dan banyak terdapat kerang hijau, namun sumber pencemar yang masuk ke perairan tersebut berbeda. Perairan Ngemboh dan Banyu Urip merupakan desa yang berada di Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Perairan Ngemboh dan Banyu Urip merupakan daerah penangkapan perikanan oleh

nelayan setempat, terutama kerang hijau. Seiring bertambahnya jumlah penduduk yang diikuti oleh peningkatan kegiatan seperti pemukiman, industri, transportasi, dan pertanian, mengakibatkan tercemarnya Perairan Ngemboh dan Banyu Urip. Sedangkan perairan Kenjeran merupakan salah satu objek pariwisata laut di Surabaya. Terletak di kawasan kampung nelayan Kelurahan Kenjeran, Kecamatan Bulak. Keanekaragaman di perairan Kenjeran pun beragam, salah satu yang dimiliki adalah dari jenis-jenis bivalvia. Adanya aktivitas antropogenik oleh masyarakat sekitar mengakibatkan terjadinya pencemaran di Perairan Kenjeran.

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah sampel air, sampel sedimen dan kerang hijau (*Perna viridis* L). Pengambilan sampel dan survey lapangan dilakukan pada bulan Januari-Maret 2016. Pengambilan sampel setiap tempatnya dilakukan 3 kali pengulangan. Jumlah kerang hijau dari masing-masing lokasi pengamatan yaitu 9 ekor dan jumlah keseluruhannya yaitu 27 ekor.

### **3.5 Prosedur Pengambilan Sampel**

Dalam penelitian ini diperlukan pengambilan air, sedimen dan kerang hijau pada masing-masing lokasi sebagai sampel yang akan dianalisis logam beratnya di laboratorium. Pengamatan di laboratorium dilakukan pada bulan Februari. Pada masing-masing lokasi pengamatan dilakukan ulangan 3 kali dengan total kerang hijau yang dipakai sebanyak 27 ekor.

#### **3.5.1 Prosedur Pengambilan sampel air**

Sampel air diambil langsung dari perairan laut, kemudian dimasukkan kedalam botol air mineral 600 ml dan ditandai sesuai lokasi pengambilan sampel. Air yang diambil adalah air permukaan. Sampel air setelah dimasukkan kebotol, kemudian ditambahkan dengan HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 10 tetes dan diberi label

untuk pengukuran logam berat Cd. Selanjutnya sampel air dimasukkan kedalam cool box untuk kemudian dibawa di laboratorium dan dimasukkan kedalam kulkas. Selanjutnya sampel air dianalisa di laboratorium untuk memperoleh hasil kandungan logam berat Cd menggunakan AAS dengan panjang gelombang 228.8 nm.

Air sampel untuk uji *Total Organik Matter* (TOM) dimasukkan kedalam botol mineral 600 ml dan ditandai sesuai lokasi pengambilan sampel dan langsung dimasukkan kedalam coolbox. Setelah sampai di laboratorium selanjutnya sampel dimasukkan kedalam kulkas dan selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan nilai TOM (*Total Organik Matter*). Untuk mendapatkan hasil nilai TOM (*Total Organik Matter*) yang akurat maka sampel air sebaiknya dianalisis kurang dari satu minggu dari pengambilan sampel. Sampel air yang diambil pada tempat yang terdapat kerang hijau (*Perna viridis* L) dan sesuai dengan lokasi sampling.

### 3.5.2 Prosedur Pengambilan Sampel Sedimen

Prosedur pengambilan sampel sedimen yaitu dilakukan dengan penyelaman oleh nelayan kedasar perairan tempat kerang hijau hidup, selanjutnya sedimen diambil dengan menggunakan tangan dan dimasukkan kedalam kantong plastik klip berukuran 15 x 12 cm. Pada masing-masing perairan cukup 1 kantong untuk sedimen, jadi total sampel sedimen yang diamati yaitu 3 kantong plastik. Sampel sedimen yang diambil merupakan sedimen pada bagian permukaan dasar perairan. Sampel sedimen selanjutnya diberi label dan dimasukkan kedalam coolbox. Setelah sampai di laboratorium sampel sedimen dijemur terlebih dahulu agar kadar air dalam sedimen berkurang dan didapat kadang kering. Selanjutnya sampel sedimen diukur kandungan logam berat Cd

dengan menggunakan metode AAS dengan panjang gelombang 228.8 nm di laboratorium.

### 3.5.3 Prosedur Pengambilan Sampel Kerang Hijau (*Perna viridis* L)

Prosedur pengambilan sampel biota kerang hijau dilakukan dengan penyelaman oleh nelayan setempat menggunakan tangan dan peralatan selam seadanya. Kerang hijau yang dijadikan sampel berdasarkan hasil yang didapat pada setiap lokasi berukuran sedang (6,5 – 8 cm). Jumlah sampel kerang hijau untuk setiap lokasi pengambilan sampel masing-masing 9 ekor. Total sampel kerang hijau yang digunakan untuk diamati di laboratorium berjumlah 27 ekor. Sampel kerang yang masih hidup dimasukkan ke dalam coolbox yang diisi dengan air laut dan dipasang aerator baterai, kemudian akan dibawa ke laboratorium. Sampel kerang hijau yang akan diuji logam berat Cd akan dilakukan pembedahan menggunakan sectio set. Kerang hijau dipisahkan antara bagian daging dan cangkanya. Adapun organ yang akan diuji kandungan logam beratnya adalah insang, lambung dan otot. Sampel organ insang, lambung dan otot masing – masing dimasukkan ke dalam plastik klip kecil dan diberi nama. Kemudian sampel organ kerang hijau dimasukkan ke coolbox dan dibawa ke laboratorium. Sampai di laboratorium, selanjutnya sampel akan dianalisis untuk mengetahui kandungan logam berat kadmium pada kerang hijau menggunakan AAS dengan panjang gelombang 228.8 nm.

## 3.6 Prosedur Pengukuran Kualitas Air

### 3.6.1 Suhu

Parameter kualitas air tentang suhu diukur dengan menggunakan thermometer Hg. Menurut Subarijanti (2015), prosedur yang digunakan untuk pengukuran suhu adalah sebagai berikut :

- Bagian ujung dari thermometer Hg dimasukkan ke dalam perairan.

- Ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer menunjuk atau berhenti pada skala tertentu.
- Dicatat angka yang tertera di skala dengan satuan derajat Celcius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Pembacaan dilakukan saat thermometer masih berada didalam air, thermometer jangan sampai tersentuh tangan secara langsung.

### 3.6.2 Salinitas

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran salinitas dengan menggunakan refraktometer adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan refraktometer
- b. Membuka penutup kaca prisma dan mengkalibrasi dengan aquadest
- c. Membersihkan dengan tissue secara searah
- d. Meneteskan 1-2 tetes air yang akan diukur salinitasnya
- e. Menutup kembali dengan hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara di permukaan kaca prisma
- f. Mengarahkan ke sumber cahaya
- g. Melihat nilai salinitasnya dari air yang diukur melalui kaca prisma.

### 3.6.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaan (pH) pada perairan dapat diukur menggunakan pH pen. Menurut Subarijanti (2005), prosedur untuk pengukuran pH adalah sebagai berikut :

- a. pH pen distandarisasi dahulu sebelum dipakai dengan menggunakan cairan pH standar.
- b. Memasukkan pH pen ke dalam perairan yang akan diukur pH nya kemudian dilihat dan dicatat angka pada layar pH pen. Setelah dipakai pH pen segera distandarisasi kembali.

### 3.6.4 Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) dilakukan dengan menggunakan DO meter. Menurut Amirta (2011), prosedur untuk pengukuran DO adalah sebagai berikut :

- Menekan tekan tombol "ON" pada DO meter.
- Mengkalibrasi ujung batang DO meter menggunakan aquades agar tidak terkontaminasi dengan sampel sebelumnya.
- Mencelupkan batang DO meter ke air sampel.
- Melihat angka yang ditunjukkan pada layar dan catat menggunakan alat tulis.
- Mekalibrasi ujung batang DO meter menggunakan aquades agar netral kembali.

### 3.6.5 TOM (*Total Organik Matter*)

Menurut Nuriadi (1992) prosedur pengukuran TOM (*Total Organik Matter*) adalah sebagai berikut :

- Memasukkan 25 ml air sampel kedalam erlenmeyer
- Menambahkan sebanyak 4.25 ml  $\text{KMnO}_4$  langsung dari biuret
- Menambahkan sebanyak 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Memanaskan sampel sampai suhu  $70\text{-}80^\circ\text{C}$  kemudian diangkat
- Bila suhu telah turun menjadi  $60\text{-}70^\circ\text{C}$  langsung tambahkan Natrium oxalate 0.01 N, secara perlahan-lahan sampai tak berwarna
- Menitrasi dengan  $\text{KMnO}_4$  0.01 N sampai berubah warna (merah/pink). Kemudian mencatat ml titran (x ml).
- Memasukkan 25 ml aquadest lakukan prosedur 1-6, catat titran yang digunakan (y ml)

- h. Perhitungan TOM :

$$\text{TOM (mg/l)} = \frac{(x-y) \times 31.6 \times 0.01 \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

### 3.7 Prosedur Analisis Logam Berat Kadmium (Cd)

#### 3.7.1 Prosedur Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L)

Pengukuran kadar logam berat Cd pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L), air dan sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang dengan metode AAS adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang  $\pm 0,4$  gram sampel kering, kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen
- b. Sampel dipanaskan ke dalam tanur pada suhu  $\pm 700^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 2$  jam
- c. Sampel didinginkan, kemudian ditambahkan larutan aquaregia 5 ml, lalu dipanaskan di atas kompor listrik sampai asat
- d. Ditambahkan asam nitrat encer 2,5 N sebanyak 10 ml, kemudian dipanaskan di atas kompor listrik secara perlahan-lahan selama 5 menit dan didinginkan
- e. Sampel disaring ke dalam labu ukur 10 ml, kemudian ditambahkan aquades sampai tanda batas, lalu dikocok sampai homogen
- f. Sampel dibaca dengan kandungan logam beratnya menggunakan alat AAS yang memiliki panjang gelombang 228.8 nm dengan lampu katoda Cd dan dicatat absorbansinya.

#### 3.7.2 Prosedur Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) pada Air

Pengukuran kadar logam berat air sampel dilakukan dengan menggunakan alat AAS yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang. Pengukuran sampel (dalam bentuk cairan) dilakukan dengan menggunakan lampu katoda. Langkah yang digunakan di laboratorium adalah sebagai berikut :

- a. Mengambil air sampel dengan pipet volume 25 ml, kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass 50 ml
- b. Menambahkan larutan asam nitrat pekat 1 ml, kemudian dikocok sampai homogen
- c. Memanaskan sampel di atas kompor listrik, hingga volume berkurang menjadi 15 ml
- d. Didinginkan dan disaring menggunakan kertas saring ke labu 25 ml dan menambahkan aquades sampai tanda batas, kemudian dikocok sampai homogen.
- e. Sampel dibaca kandungan logam beratnya menggunakan alat AAS yang memiliki panjang gelombang 228.8 nm dengan lampu katoda Cd dan dicatat absorbansinya.

### 3.7.3 Prosedur Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) pada Sedimen

Pengukuran kadar logam berat pada sedimen dilakukan oleh Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Langkah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Sampel ditimbang sebanyak  $\pm 2$  gram, kemudian dimasukkan ke dalam erlenmayer 50 ml
- b. Ditambahkan larutan aquaregia sebanyak 10 ml, kemudian dipanaskan di atas kompor listrik sampai asat, lalu didinginkan
- c. Ditambahkan larutan asam nitrat encer 2,5 N sebanyak 10 ml, kemudian dipanaskan di atas kompor listrik secara perlahan-lahan ( $\pm 5$  menit)
- d. Sampel disaring ke labu 25 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas, dan dikocok sampai homogen

- e. Sampel dibaca dengan kandungan logam beratnya menggunakan alat AAS yang memiliki panjang gelombang 228.8 nm dengan lampu katoda Cd dan dicatat absrobansinya.

### 3.8 Analisis Data

Data disajikan dengan deskriptif yaitu dengan menampilkan data dalam bentuk tabel, gambar, dan grafik, sehingga dapat menghasilkan informasi mengenai kandungan logam berat Cd pada organ insang, lambung, dan otot pada kerang hijau, perairan, dan sedimen. Analisis perbedaan kandungan logam berat kadmium (Cd) pada organ kerang hijau antar lokasi menggunakan menggunakan uji non parametrik kruskal wallis. Menurut Walpole (1995), uji Kruskal-Wallis disebut juga uji H Kruskal-Wallis yang merupakan generalisasi uji dua contoh Wilcoxon untuk  $k > 2$  contoh. Uji ini digunakan untuk menguji hipotesis nol  $H_0$  bahwa  $k$  contoh bebas itu berasal dari populasi yang identik. Uji ini diperkenalkan pada tahun 1952 oleh W. H Kruskal dan W. A Wallis, uji non parametrik ini merupakan alternatif bagi uji F untuk pengujian kesamaan beberapa nilai tengah dalam analisis ragam bila kita ingin menghindari dari asumsi bahwa contoh diambil dari populasi normal.

Analisis perbedaan logam berat Cd dalam insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) antar tiga lokasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kadar logam berat kadmium (Cd) dalam insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) yang terdapat di tiga perairan. Pengujian dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

- 1)  $H_0$ : kandungan logam berat Cd yang terkandung dalam insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) antar 3 perairan adalah sama atau tidak berbeda nyata.

- 2) H1: kandungan logam berat Cd yang terkandung dalam insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) antar 3 perairan adalah tidak sama atau berbeda secara nyata.

Keputusan hipotesis menurut Misbahuddin dan Hasan (2013), untuk uji ini berdasarkan perbandingan antara H hitung dan H tabel (menggunakan tabel kruskal-wallis dengan selang kepercayaan 0.05) adalah:

H hitung > 5.6, maka Ho ditolak (H1 diterima)

H hitung < 5.6, maka Ho diterima (H1 ditolak)

Selanjutnya jika tolak Ho dan menerima H1 yang berarti ada perbedaan pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau di ketiga lokasi penelitian, maka dilanjutkan dengan uji lanjut atau disebut juga uji *post hoc*. Uji *post hoc* setelah kruskal-wallis salah satunya adalah uji mann whitney u test. Dengan uji tersebut akan bias menilai antar kategori apakah yang ada perbedaan signifikan.

Menurut Sriwidadi (2012) menyatakan bahwa prosedur yang dilakukan untuk uji Mann-whitney yaitu :

1. Menyatakan hipotesis dan taraf  $\alpha$
2. Menyusun peringkat data tanpa memperhatikan kategori sampel
3. Menjumlahkan peringkat menurut tiap kategori sampel dan menghitung statistik U, dengan rumus :

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 \quad \text{atau} \quad U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2$$

4. Menarik kesimpulan statistik mengenai hipotesis nol.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

#### 4.1.1 Perairan Ngemboh

Lokasi pengambilan sampel yang pertama terletak di perairan Ngemboh, desa Ngemboh, Gresik. Perairan Ngemboh terletak pada koordinat  $6^{\circ}53'14.17 - 6^{\circ}53'47.18''\text{S}$  LS dan  $112^{\circ}29'25.54 - 112^{\circ}30'11.04''\text{T}$  BT (Lampiran 1). Batas wilayah desa Ngemboh adalah sebelah Utara Laut Jawa, sebelah timur Desa Banyu Urip, sebelah selatan Desa Cangaan, Desa Gosari, Desa Kebonagung, Desa Karangrejo dan Desa Ketapanglor, sebelah barat Kecamatan Panceng. Secara letak administratif Ngemboh merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter di atas permukaan air laut memiliki suhu udara rata-rata  $23-24^{\circ}\text{C}$ , curah hujan rata-rata sebesar 1597 mm/tahun. Daerah ini memiliki 2 musim, yaitu hujan dan musim kemarau. Musim penghujan terjadi antara bulan Oktober-Maret dengan rata-rata curah hujan 179 mm/bulan. Musim kemarau terjadi antara bulan April-September dengan rata-rata curah hujan 113 mm/bulan.

Perairan Ngemboh merupakan daerah penting bagi nelayan sekitar, karena telah lama dijadikan sebagai area penangkapan perikanan dan pertambakan kerang hijau (*Perna viridis* L), namun pembangunan limbah industri serta limbah rumah tangga di daerah tersebut menyebabkan adanya pencemaran lingkungan terlihat dari adanya pemukiman warga muara sungai dan tempat pelelangan sekaligus pengolahan kerang hijau (*Perna viridis* L). Selain kegiatan bongkar muat perahu nelayan, kerang hasil tangkapan juga langsung diolah dan menghasilkan limbah kulit kerang yang menumpuk di tepian pantai. Menurut Dinas Perikanan dan Kelautan Gresik (2013), potensi kerang hijau (*Perna viridis*

L) di Gresik khususnya Ngemboh sangat berlimpah. Hasil produksi kerang hijau (*Perna viridis* L) tangkap desa Ngemboh yaitu pada tahun 2011 sebesar 3052.89 ton, tahun 2012 hasil tangkapan Desa Ngemboh 1223.46 ton. Lokasi Perairan Ngemboh dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5.** Keadaan Umum Perairan Ngemboh

#### 4.1.2 Perairan Banyu Urip

Lokasi pengambilan sampel kedua terletak di perairan Banyu Urip, Desa Banyu Urip, Gresik. Perairan Banyu Urip terletak di koordinat  $6^{\circ}53'48.47'' - 6^{\circ}54'13.63''$ S LS dan  $112^{\circ}30'37.48'' - 112^{\circ}31'12.83''$ T BT (Lampiran 1). Batas wilayah desa Banyu Urip adalah sebelah utara Laut Jawa, sebelah selatan desa Gosari, sebelah timur desa Pangkah Kulon, sebelah barat desa Ngemboh.

Masyarakat desa Banyu Urip mayoritas bekerja sebagai nelayan yang penghasilan utamanya yaitu dari biota kerang hijau. Permasalahan yang dihadapi masyarakat desa Banyu Urip yaitu budidaya kerang hijau yang semakin lama hasil panennya semakin menurun, hal ini diakibatkan oleh limbah yang terdapat di perairan semakin meningkat. Pencemaran yang terjadi di perairan Banyu Urip diakibatkan oleh limbah kapal seperti minyak, bensin dan cat kapal, limbah

rumah tangga dan juga limbah kegiatan perikanan di sekitar perairan Banyu Urip.

Perairan Banyu Urip dapat dilihat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Keadaan Umum Perairan Banyu Urip

#### 4.1.3 Perairan Kenjeran

Lokasi pengambilan sampel ketiga terletak di wilayah perairan Kenjeran, kota Surabaya terletak pada koordinat  $7^{\circ}13'04.45'' - 7^{\circ}13'25.43''$ S LS dan  $112^{\circ}48'28.80'' - 112^{\circ}49'17.02''$ T BT (Lampiran 1). Perairan Kenjeran Surabaya terletak di bagian timur kota Surabaya dan berbatasan langsung dengan Selat Madura. Batas-batas wilayah Kenjeran adalah sebelah utara laut Jawa, sebelah timur kecamatan Kedungcowek, sebelah selatan kelurahan Kapasan, sebelah barat kelurahan Kalisari.

Perairan Kenjeran mendapat masukan limbah dari Sungai Wonokromo, Sungai Wonorejo dan sungai kecil lainnya. Perairan ini merupakan tempat bermuaranya sungai yang mengangkut berbagai bahan buangan diantaranya logam berat seperti merkuri yang berasal dari kegiatan perindustrian seperti pabrik cat, kertas, peralatan listrik maupun limbah rumah sakit dan obat-obatan pertanian. Aktivitas penduduk di sekitar perairan kenjeran juga turut menyumbang buangan limbah ke laut seperti membuang limbah rumah tangga

langsung ke laut, membuang air bekas perebusan kerang, teripang maupun ikan serta limbah air cucian. Kegiatan tersebut berdampak pada penurunan kualitas air di perairan Kenjeran dan berpengaruh pada biota yang hidup di dalamnya.

Perairan Kenjeran dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7.** Keadaan Umum Perairan Kenjeran

#### **4.2 Hasil Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L) Air dan Sedimen.**

Pengukuran logam berat Cd kerang hijau (*perna viridis* l) air dan sedimen menggunakan AAS dengan panjang gelombang 228.8 nm. Panjang gelombang ini dipilih karena logam berat Cd mudah terdeteksi pada panjang gelombang maksimum 228.8 nm. Selain itu, pada panjang gelombang maksimum ini akan diperoleh serapan maksimum, dimana konsentrasi juga maksimum sehingga menghasilkan kepekaan dan keakuratan lebih tinggi. Daya serap yang dihasilkan pada panjang gelombang maksimum relatif lebih konstan sehingga diperoleh kurva kalibrasi yang linier. Pada panjang gelombang maksimum ini juga membentuk serapan landai sehingga kesalahan penempatan atau pembacaan panjang gelombang dapat diabaikan. Adapun hasil pengukuran kandungan logam berat Cd pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis*

L) serta pada air dan sedimen dari perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Rata-rata kandungan logam berat  $\pm$  Standart Deviasi

No	Insang (ppm)	Lambung (ppm)	Otot (ppm)	Air (ppm)	Sedimen (ppm)
1	0.1367 $\pm$ 0.0151	0.2157 $\pm$ 0.0232	0.0849 $\pm$ 0.0137	0.0074 $\pm$ 0.0018	0.5656 $\pm$ 0.0943
2	0.1264 $\pm$ 0.0078	0.1846 $\pm$ 0.0237	0.0515 $\pm$ 0.0072	0.0069 $\pm$ 0.0018	0.3266 $\pm$ 0.0563
3	0.1853 $\pm$ 0.0130	0.2695 $\pm$ 0.0171	0.1076 $\pm$ 0.0078	0.0095 $\pm$ 0.0025	0.6682 $\pm$ 0.1414
	0.1*	0.1*	0.1*	0.001**	0.5***

Ket :

1= Perairan Ngemboh ; 2 = Perairan Banyuurip; 3 = Perairan Kenjeran

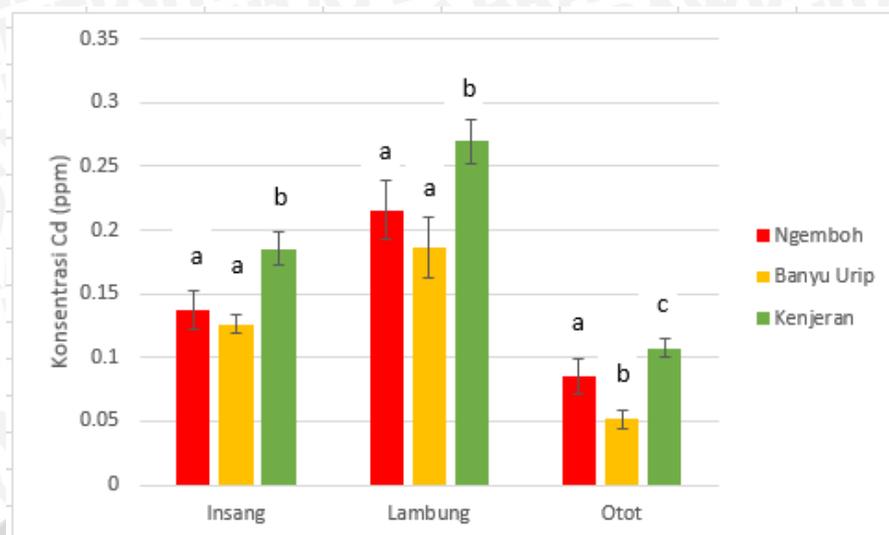
\*= Baku Mutu ILO/WHO Tahun 1992

\*\*= Baku Mutu Berdasarkan Kepmen LH Nomor 51 Tahun 2004

\*\*\*= Baku Mutu Berdasarkan IADC/CEDA Tahun 1997

#### 4.2.1 Kandungan Logam Berat Cd pada Insang, Lambung dan Insang Kerang Hijau (*Perna viridis* L)

Pada penelitian ini, pengukuran kandungan logam berat Cd dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Pengukuran kandungan logam berat Cd pada sampel kerang hijau menggunakan AAS dengan panjang gelombang 228.8 nm. Pada kerang hijau masing-masing diambil 3 organ yaitu insang, lambung dan otot. Pada tiap sampel dilakukan ulangan setiap tiga kali setiap organnya. Jumlah kerang hijau yang digunakan dari masing perairan Ngemboh, perairan Banyu urip dan perairan Kenjeran yaitu 9 ekor, jadi totalnya 27 ekor. Logam berat umumnya memiliki daya racun yang tinggi terhadap organisme pada kondisi yang berbeda-beda. Dalam jumlah yang sedikit logam berat juga dapat membunuh organisme hidup dalam hal ini kerang hijau. Proses pertama diawali dengan penumpukkan (akumulasi) dari logam berat dalam tubuh kerang. Dalam jangka panjang, penumpukan yang terjadi dalam jangka panjang pada organ target dari logam berat akan melebihi daya toleransi pada kerang. Keadaan inilah yang dapat menjadi penyebab terjadinya kematian massal pada kerang. Grafik hasil kandungan logam berat pada insang, lambung dan otot kerang hijau dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8.** Kandungan logam berat Cd (ppm) pada organ kerang hijau di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran

Berdasarkan hasil analisis kandungan logam berat Cd pada organ kerang hijau (Gambar 8) didapatkan hasil rata-rata kandungan logam berat Cd pada organ insang kerang hijau di setiap titik pengambilan sampel adalah  $0.1367 \pm 0.0151$  ppm untuk perairan Ngemboh,  $0.1264 \pm 0.0078$  ppm untuk perairan Banyu Urip, dan  $0.1853 \pm 0.0130$  ppm untuk perairan Kenjeran. Pada organ lambung didapatkan nilai rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar  $0.2157 \pm 0.0232$  ppm untuk perairan Ngemboh,  $0.1846 \pm 0.0237$  ppm untuk perairan Banyu Urip dan  $0.2695 \pm 0.0171$  ppm untuk perairan Kenjeran. Pada organ otot, didapatkan nilai rata-rata kandungan logam berat cd sebesar  $0.0849 \pm 0.0137$  ppm untuk perairan Ngemboh,  $0.0515 \pm 0.0072$  ppm untuk perairan Banyu Urip, dan  $0.1076 \pm 0.0078$  ppm untuk perairan Kenjeran. Ambang batas kandungan logam berat Cd yang dianjurkan oleh ILO/WHO (1992) bahwa dalam hewan laut dalam hal ini kerang hijau adalah sebesar 0.1 ppm, hal ini jelas menunjukkan bahwa organ insang, lambung pada kerang hijau dari perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran telah melebihi nilai ambang batas, sedangkan untuk organ otot hanya di perairan Kenjeran yang menunjukkan telah melebihi ambang batas.

Dari ketiga lokasi pengamatan hasil nilai rata-rata kandungan logam berat Cd, pada otot menunjukkan nilai yang paling rendah dibandingkan dengan organ lainnya dengan urutan lambung > insang > otot. Akumulasi logam pada organ lambung tinggi disebabkan karena lambung merupakan tempat penyerapan sari-sari makanan. Makanan yang masuk ke dalam tubuh kerang diserap secara filter feeder non selektif, sehingga pada saat kerang menyerap makanan di sekitarnya, ion logam berat ikut masuk ke dalam tubuhnya, kemudian terakumulasi di dalam tubuh kerang. Insang sebagai organ pernapasan kerang, memungkinkan organ tersebut terpapar logam secara langsung dari perairan.

Otot merupakan organ yang berfungsi untuk membuka dan menutup cangkang kerang. Akumulasi logam berat yang rendah pada otot, disebabkan karena otot bukan organ utama akumulasi, logam berat yang terdapat pada otot diperoleh dari saluran pembuluh darah yang dilalui oleh darah kerang yang mengandung logam berat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prakash *et al.*, (1994), sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa akumulasi logam berat sering lebih tinggi pada system pencernaan (*digestive system*), insang (*gill*) dan ginjal (*kidney*), sedangkan akumulasi yang lebih rendah dalam jaringan mantel (*mantle*), gonad dan otot (*muscle tissue*). Menurut Overnell dan Sparla (1990) penyusun utama lapisan membran insang adalah epitel pipih selapis dan berhubungan langsung dengan sistem pembuluh, dan diduga logam berat yang masuk bersamaan dengan partikel makanan mengalami difusi melalui membran insang dan terbawa aliran darah. Insang bivalvia termasuk kerang hijau mempunyai mucus atau lendir yang penyusun utamanya adalah glikoprotein. Sehingga diduga logam tersebut terikat menjadi metalothionein karena penyusun utamanya adalah sistein yaitu protein yang tergolong dalam gugus sulfidril (-SH) yang mampu mengikat logam.

Pada penyerapan logam berat pada kerang hijau ada kemungkinan bahwa akumulasi logam dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi. Untuk bivalvia tampaknya cenderung tergantung pada metabolisme dan kemampuan kerang untuk mengekskresi atau menyimpan logam berat tersebut. Menurut Eshmat *et al* (2014), kandungan kadar logam berat yang terkandung dalam kerang hijau sangat dipengaruhi oleh kualitas air tempat kerang hijau tinggal. Jika kerang hijau tidak dapat mentoleransi kondisi lingkungan maka akan mengakibatkan kematian.

#### **4.2.2 Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Air dan Sedimen**

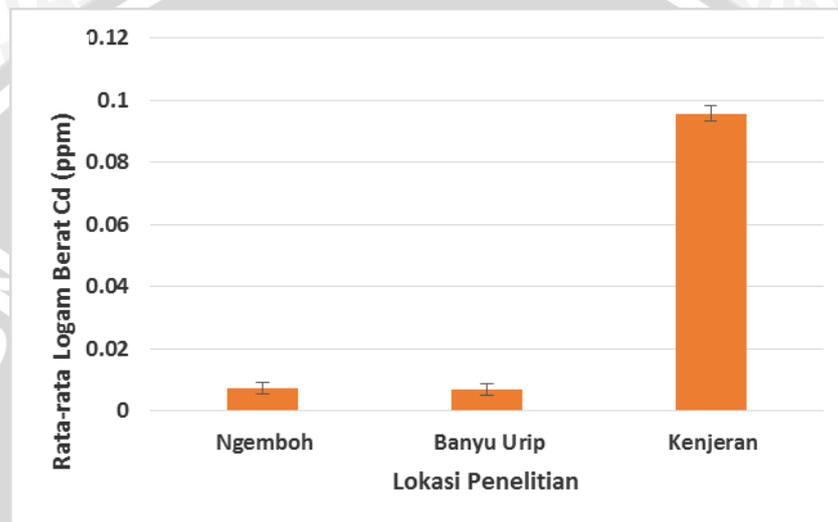
Pada penelitian ini, pengukuran kandungan logam berat Cd dilakukan di laboratorium Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Pengukuran kandungan logam berat Cd pada sampel air dengan menggunakan metode AAS. Sampel air diambil dari tiga stasiun pengamatan yaitu Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran. Masing-masing stasiun pengamatan dilakukan ulangan tiga kali. Hasil kandungan logam berat Cd pada air masing-masing stasiun pengamatan memiliki nilai yang berbeda-beda. Adapun rata-rata kandungan logam berat Cd pada air sebesar  $0.0074 \pm 0.0018$  ppm untuk Perairan Ngemboh,  $0.0069 \pm 0.0018$  ppm untuk Perairan Banyu Urip dan  $0.0095 \pm 0.0025$  ppm untuk perairan Kenjeran. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 bahwa batas maksimum nilai Cd yang boleh terkandung dalam perairan adalah 0.001 ppm, sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi ketiga perairan tersebut sudah terkontaminasi oleh logam berat Cd. Menurut Darmono (2001), tingkat konsentrasi logam berat dalam air dibedakan menurut tingkat pencemarannya yaitu polusi berat, polusi sedang dan non polusi. Suatu perairan dengan tingkat polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat dalam air, dan organisme yang hidup didalamnya cukup tinggi. Pada

tingkat polusi sedang kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup didalamnya berada dalam batas marjinal. Pada tingkat nonpolusi kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup didalamnya sangat rendah bahkan tidak terdeteksi.

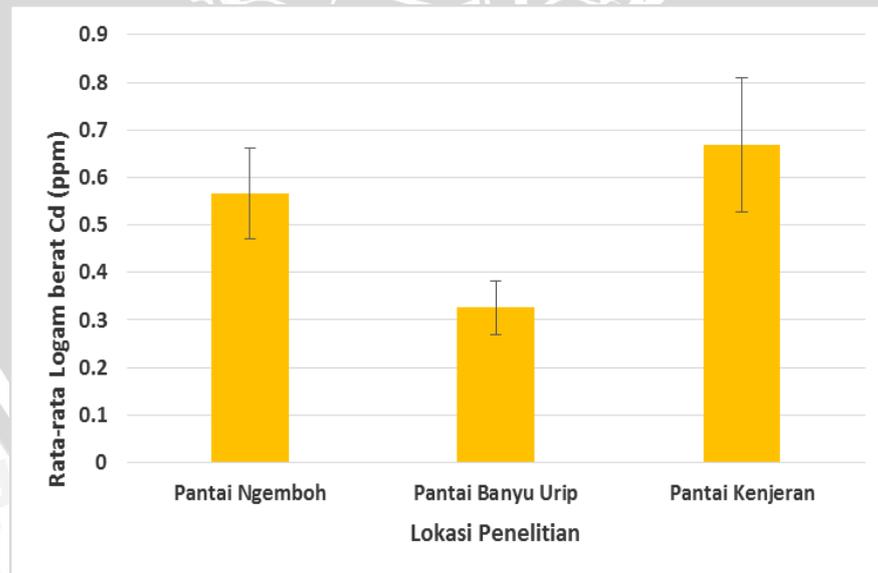
Perbedaan konsentrasi logam berat Cd di air pada masing-masing lokasi penelitian diduga disebabkan oleh faktor lingkungan, yaitu sumber utama logam berat Cd di laut selain dari lapisan kulit bumi juga berasal dari aktivitas lokal penduduk pada lokasi penelitian. Kandungan Cd pada ketiga stasiun ini diduga berasal dari limbah rumah tangga, limbah industri, kegiatan penangkapan ikan, kegiatan perikanan di ketiga stasiun terdapat bagan yang digunakan untuk mengambil atau merangkap ikan di laut. Dan juga terdapat kapal atau perahu nelayan yang bersandar di tepi laut. Menurut Nordic (2003) sumber-sumber logam berat Cd di laut berasal dari sumber yang bersifat alami dari lapisan kulit bumi seperti masukan dari daerah pantai yang berasal dari sungai-sungai dan abrasi pantai akibat aktivitas gelombang, masukan dari laut dalam yang berasal dari aktivitas geologi gunung berapi laut dalam dan masukan dari udara yang berasal dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu, logam berat Cd juga berasal dari aktivitas manusia seperti limbah pasar dan limbah rumah tangga, aktivitas transportasi laut dan aktifitas perbaikan kapal laut. Menurut Rompas (2010) Cd dari berbagai aktivitas pada lingkungan perairan secara cepat diserap oleh organisme perairan dalam bentuk ion-ion bebas ( $Cd^{2+}$ ) dan berasosiasi dengan ion klorida ( $Cl^-$ ) pada pH 7 dengan presentase  $CdCl_2$  (51%),  $CdCl^+$  (39%) dan  $CdCl_3^+$  (6%) dan yang tidak terkompleksitasnya  $Cd^{2+}$  kira-kira 2.5% dari total.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa logam berat Cd di air laut memiliki konsentrasi yang rendah dibandingkan dengan sedimen dan kerang hijau. Hal ini sesuai dengan pernyataan Roni *et al.*, (2011) bahwa logam berat di air laut memiliki konsentrasi yang rendah dibandingkan dengan sedimen dan

kerang hijau, hal ini disebabkan karena perairan antar pulau seperti Laut Jawa, gelombang tinggi terjadi pada bulan Februari, Juli dan Agustus. Pada bulan Februari angin bertiup dari barat sepanjang Laut Jawa dan Samudera Indonesia dengan kecepatan yang tinggi pula sehingga terbentuk *fetch* yang panjang. Adapun rata-rata kandungan logam berat kadmium pada air dan sedimen dapat dilihat pada gambar 9 dan 10.



**Gambar 9.** Rata-rata kandungan logam berat Cd pada air



**Gambar 10.** Kandungan logam berat Cd pada sedimen

Hasil kandungan logam berat Cd pada sedimen di masing-masing stasiun memiliki nilai yang berbeda-beda (Gambar 10). Rata-rata kandungan logam berat

Cd pada sedimen sebesar  $0.5656 \pm 0.0943$  ppm untuk Perairan Ngemboh,  $0.3266 \pm 0.0563$  ppm untuk Perairan Banyu Urip dan  $0.6682 \pm 0.1414$  ppm untuk Perairan Kenjeran.

Berdasarkan rata-rata kandungan logam berat Cd di air dan sedimen (Gambar 9 dan 10) kandungan logam Cd tertinggi yaitu pada perairan Kenjeran. Hal ini disebabkan karena limbah buangan pabrik di sepanjang bantaran kali wonokromo, kali wonorejo, kali dadapan dan kali Kepuh bermuara di Kenjeran sehingga menyebabkan pencemaran. Kadar pencemaran logam berat Cd di Perairan Kenjeran sudah melampaui batas, hal ini sesuai dengan penelitian Trisnawati (2008) bahwa salah satu jenis bivalvia (Kerang hijau) telah terkontaminasi oleh logam berat Cd yang telah melampaui nilai ambang batas yaitu pada insang rata-rata 50.23-70.39 ppm dan pada hati rata-rata sebesar 31.08-44.53 ppm sedangkan pada air laut sebesar 6.73-7.37 ppm. Untuk pencemaran di perairan Ngemboh terutama dalam hal ini dilihat dari fisik yaitu dengan melihat perubahan warna air laut yang terjadi berwarna kecoklatan. Di perairan Ngemboh biasa pencemaran dikarenakan beberapa hal, misalnya banyaknya kapal bermotor perikanan, kapal yang digunakan untuk pelayaran non domestik serta kapal-kapal tanker yang mengangkut minyak yang sering melintas di perairan Ngemboh. Faktor lain yang juga mempengaruhi adalah pengeboran minyak lepas pantai, di desa Ngemboh (Eshmat *et al.*, 2014).

Tinggi atau rendahnya kadar logam berat dalam suatu perairan tidak hanya dipengaruhi oleh letaknya yang jauh dari pantai, tetapi juga sangat tergantung pada kondisi perairan setempat. Peningkatan logam berat dalam air laut, selain disebabkan oleh peningkatan aktivitas warga di sekitar perairan, dapat pula disebabkan oleh rendahnya pH dan salinitas, tingginya suhu, masuknya nutrien ke dalam laut, serta peristiwa pelapukan batuan. (Gesamp 1985 dalam Gusnita 2012).

Ketika buangan limbah industri masuk kedalam suatu perairan maka akan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Sejumlah kecil logam berat melekat atau menempel pada partikel-partikel yang kemudian mengendap dan terakumulasi dalam dasar lumpur dari sungai yang berarus lambat. Logam yang terlarut dalam air akan berpindah kedalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen, dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen (Fernanda, 2012). Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen dan penyerapan langsung oleh permukaan partikel sedimen.

Secara umum kandungan logam berat yang didapatkan pada sampel sedimen lebih tinggi daripada sampel air, dimana menurut Harahap *dalam* Bangun (2005) bahwa logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan kemudian bersatu dengan sedimen sehingga menyebabkan kadar kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan didalam air. Logam berat yang terlarut didalam air sangat berbahaya bagi kehidupan biota perairan yang ada di dalamnya dan dapat berpengaruh terhadap sedimen yang ada di perairan. Sedimen sendiri bersifat bioakumulatif yang artinya logam berat berkumpul dan dapat mengikat kadarnya, walaupun kadar logam berat Cd pada air tersebut rendah. Hal tersebut dikarenakan adanya pertukaran air secara terus menerus yang terbawa aliran sungai (Happy *et al.*, 2012).

Hasil penelitian di ketiga stasiun pengamatan yaitu Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran diperoleh nilai rata-rata kandungan logam berat Cd pada sedimen berkisar antara 0.3266 ppm – 0.6682 ppm. Baku mutu yang dikeluarkan oleh IADC/CEDA (1997) mengenai kandungan logam

berat yang dapat ditoleransi keberadaanya dalam sedimen berdasarkan standar kualitas Belanda, dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Baku mutu kadar logam berat dalam sedimen (dalam mg/kg)

Logam Berat	Level Target	Level Limit	Level Tes	Level Intervensi	Level Bahaya
Cadmium	0.5	2	7.5	12	30
Timbal	85	530	530	530	1000
Merkuri	0.3	0.5	1.6	10	15

Sumber : International Association of Dredging Companies/ Central Dredging Association (1997)

Hasil uji logam berat Cd pada sedimen di ketiga perairan menunjukkan bahwa konsentrasi Cd pada sedimen di perairan Banyu Urip masih dibawah level target yaitu sebesar 0.3267 ppm, namun untuk konsentrasi logam berat Cd pada sedimen di perairan Kenjeran maupun Ngemboh sudah menunjukkan melebihi level batas yaitu 0.6679 ppm dan 0.5656 ppm. Seperti yang diketahui bahwa pencemaran yang ada di perairan Ngemboh dan Kenjeran sudah terjadi sejak dahulu sehingga tingginya konsentrasi logam berat dalam sedimen dimungkinkan oleh adanya proses pengendapan yang berlangsung dalam skala waktu yang lama menyebabkan logam berat terakumulasi di dalam sedimen. Logam berat yang semula terlarut dalam air diadsorpsi oleh partikel halus, oleh arus pasang surut partikel halus tersebut diendapkan didasar perairan.

#### 4.2.3 Analisis Perbedaan Logam Berat Cd pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L)

Tujuan kedua dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat Cd dalam organ insang, lambung, dan otot pada kerang hijau (*Perna viridis* L) yang ditemukan di Perairan Ngemboh, Perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran. Data kandungan logam berat Cd diperoleh tanpa adanya perlakuan dalam skala laboratorium, sehingga analisis yang digunakan untuk mengetahui perbedaan antar organ insang, lambung dan otot pada kerang hijau (*Perna viridis* L) adalah uji non parametrik kruskal-wallis. Secara keseluruhan

hasil analisis data konsentrasi logam berat Cd menggunakan analisis kruskal Wallis dapat dilihat pada Tabel 5.

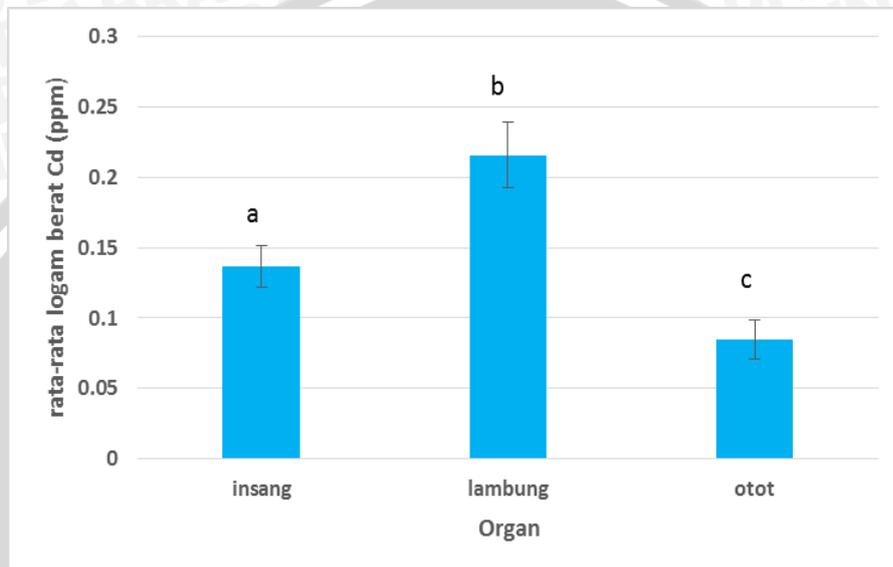
**Tabel 5.** Data Hasil Analisis Logam Berat Cd Antar Lokasi Pengamatan dengan uji kruskal wallis

No	Kruskal-Wallis	Nilai H-hitung
		Cd
1	Perairan Ngemboh	7.386*
2	Perairan Banyu Urip	7.386*
3	Perairan Kenjeran	7.386*

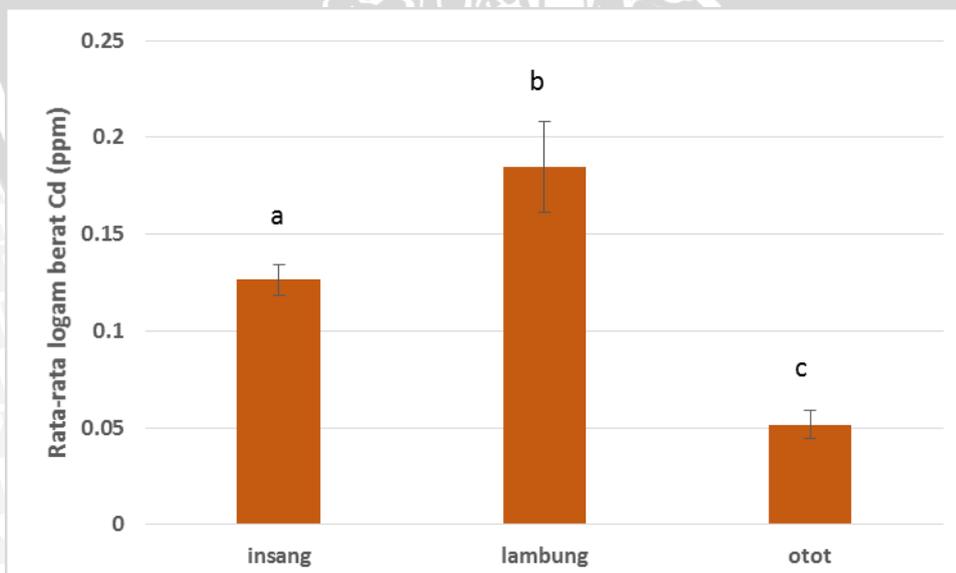
\*Berbeda signifikan nilai H hitung > H tabel (5.6)

Berdasarkan hasil uji statistik kruskal-wallis (Tabel 5) diperoleh nilai H hitung sebesar 7.386 pada perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran. Nilai H-hitung masing-masing menunjukkan nilai yang lebih besar dari H tabel yaitu 5.6 sehingga hipotesis  $H_0$  ditolak dan terima  $H_1$ , yang berarti bahwa nilai konsentrasi logam berat Cd pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) per lokasi sampling adalah ada perbedaan. Selanjutnya dilakukan uji post hoc dengan uji Mann Whitney secara manual (Lampiran 7, 8 dan 9) untuk melihat perbedaan berdasarkan pasangan kelompok. Pengujian ini disebut juga pengujian U, karena untuk menguji hipotesis nol kasus dihitung angka statistik yang disebut U. Pada pengujian dengan mann whitney ini, kelompok yang dibandingkan pada masing-masing lokasi penelitian yaitu kelompok insang dibandingkan dengan kelompok lambung, kelompok insang dibandingkan dengan kelompok otot dan kelompok lambung dibandingkan dengan kelompok otot. Pada kelompok organ insang dibandingkan dengan organ lambung terdapat perbedaan dengan nilai U hitung  $\leq$  U tabel, kelompok organ insang dibandingkan dengan organ otot terdapat perbedaan dengan nilai U hitung  $\leq$  U tabel, begitu juga dengan kelompok organ lambung yang dibandingkan dengan organ otot terdapat perbedaan dengan nilai U hitung  $\leq$  U tabel. Tabel yang digunakan untuk uji mann whitney adalah tabel Mann whitney

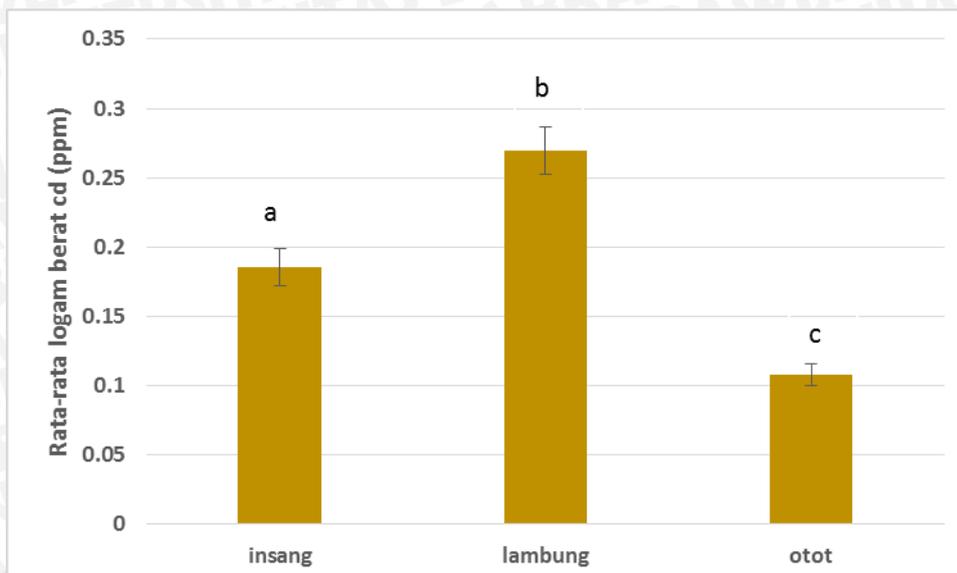
dengan  $\alpha = 0.05$  ( $n_1 = 3$  ;  $n_2 = 3$ ), sehingga didapatkan nilai 0 untuk U tabel. Dari pengujian mann-whitney ini didapatkan hasil notasi perbedaan yang dinyatakan dengan notasi a, b dan c. Lebih jelasnya uji Mann-Whitney dapat dilihat pada gambar 11 (untuk perairan Ngemboh), gambar 12 (untuk perairan Banyu Urip) dan gambar 13 (untuk perairann Kenjeran).



Gambar 11. Hasil rata-rata kandungan logam berat Cd dan standart deviasi pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) dari perairan Ngemboh. Notasi a,b dan c didapatkan dari uji Mann Whitney dengan nilai signifikan 5%.



Gambar 12. Hasil rata-rata kandungan logam berat Cd dan standart deviasi pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) di perairan Banyu Urip. Notasi a,b dan c didapatkan dari uji Mann-Whitney dengan nilai signifikan 5%.



Gambar 13. Hasil rata-rata kandungan logam berat Cd dan standart deviasi pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L) di perairan Kenjeran. Notasi a,b dan c didapatkan dari uji Mann Whitney dengan nilai signifikan 5%.

Hasil uji analisis statistik kruskal-wallis dan uji mann whitney menunjukkan bahwa adanya perbedaan kandungan logam Cd pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau di masing-masing Perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran. Pada perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip maupun perairan Kenjeran, rata-rata kandungan logam berat Cd pada organ lambung dan insang menunjukkan nilai dan otot menunjukkan nilai rendah. Perbedaan ini disebabkan karena lambung merupakan organ utama akumulasi, karena pada organ lambung setiap harinya menyerap sari-sari makanan. Makanan-makanan yang diserap kerang hijau diduga sudah tercemar logam berat, sehingga dari waktu ke waktu kemudian logam berat akan mengendap dan menempel di lambung sehingga konsentrasinya tinggi. Sedangkan organ otot terakumulasi logam berat dari pembuluh darah yang dilalui oleh plasma darah yang mengandung logam berat. Menurut penelitian Prakash, *et al.* (1994) dalam Fernanda (2012), bahwa organ otot, mantel dan gonad merupakan organ yang terakumulasi logam berat yang paling rendah. Organ otot

terakumulasi logam berat bukan dari lendir seperti pada organ insang dan lambung, melainkan dari pembuluh darah yang dilalui oleh plasma darah yang mengandung logam berat.

#### 4.2.4 Analisis Perbedaan Kandungan Logam Berat Cd berd Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L) Antar Lokasi Pengamatan

Tujuan ketiga dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat Cd dalam organ insang, lambung dan otot kerang hijau antar titik pengamatan. Data kandungan logam berat Cd diperoleh tanpa adanya perlakuan dalam skala laboratorium, sehingga analisis yang digunakan untuk mengetahui perbedaan antar organ insang, lambung dan otot pada kerang hijau (*Perna viridis* L) antar lokasi pengamatan adalah uji non parametrik kruskal-wallis secara hitung manual. Secara keseluruhan hasil analisis data konsentrasi logam berat Cd menggunakan analisis kruskal Wallis dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Data Hasil Analisis Logam Berat Cd

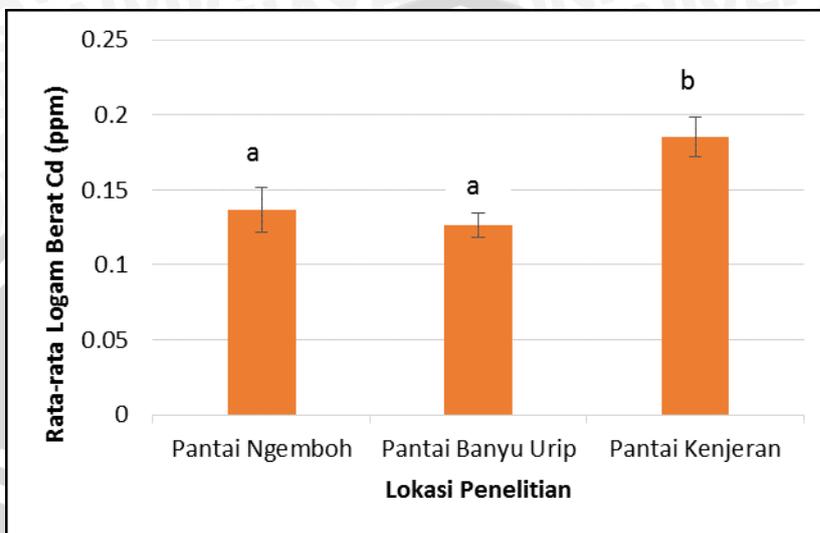
Kruskal-Wallis	Nilai H hitung
	Cd
Insang	5.864*
Lambung	6.48*
Otot	7.107*

\*Berbeda signifikan nilai H hitung > H tabel (5.6)

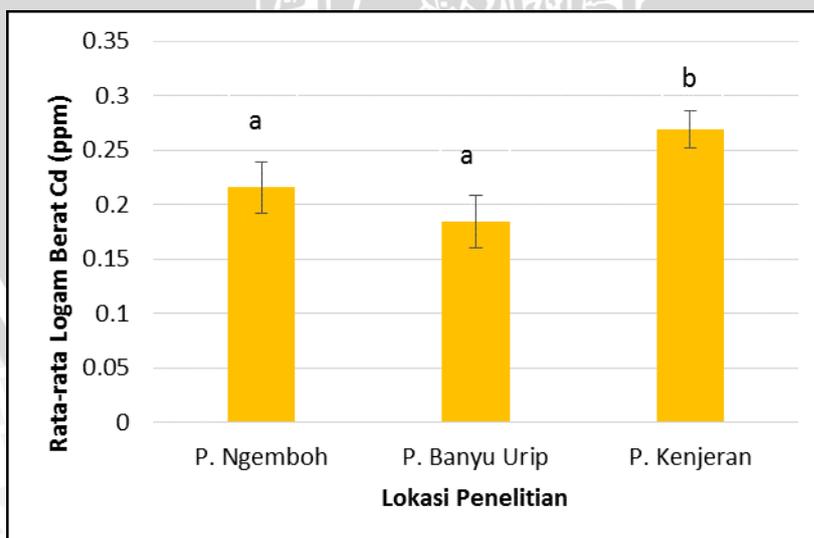
Berdasarkan hasil uji kruskal-wallis (Tabel 6), diperoleh nilai H hitung organ insang sebesar 5.864, organ lambung sebesar 6.48 dan pada organ otot sebesar 7.107. Nilai H hitung pada organ insang kerang hijau menunjukkan nilai yang lebih besar H tabel kruskal wallis (5.6), sehingga terima  $H_1$  dan tolak  $H_0$  yang berarti bahwa kandungan logam berat Cd pada insang kerang hijau di perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran adalah ada perbedaan. Nilai H hitung untuk organ lambung kerang hijau menunjukkan nilai yang lebih besar dari H tabel kruskal-wallis (5.6), sehingga terima  $H_1$  dan tolak  $H_0$  yang berarti bahwa kandungan logam berat Cd pada lambung kerang hijau di

perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran adalah ada perbedaan, begitu juga dengan organ otot kerang hijau menunjukkan nilai yang lebih besar dari  $t$  tabel 5.6, sehingga terima  $H_1$  dan tolak  $H_0$  yang berarti bahwa kandungan logam berat Cd pada otot kerang hijau di perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran adalah ada perbedaan. Selanjutnya dilakukan uji post hoc dengan uji Mann Whitney secara manual (Lampiran 10, 11 dan 12) untuk melihat perbedaan berdasarkan pasangan kelompok. Pengujian ini disebut juga pengujian U, karena untuk menguji hipotesis nol kasus dihitung angka statistik yang disebut U. Pada pengujian dengan mann whitney ini, kelompok yang dibandingkan pada masing-masing organ kerang hijau yaitu kelompok kerang hijau dari perairan Ngemboh dibandingkan dengan kelompok kerang hijau dari perairan Banyu urip, kelompok kerang hijau dari perairan ngemboh dibandingkan dengan kelompok kerang hijau dari perairan kenjeran dan kelompok kerang hijau dari perairan banyu urip dibandingkan dengan kelompok kerang hijau dari perairan kenjeran. Pada organ insang kerang hijau dari Ngemboh dibandingkan dengan kerang hijau dari banyu urip didapatkan nilai U hitung  $>$  H tabel sehingga dapat diartikan tidak ada perbedaan, namun untuk insang kerang hijau dari Ngemboh dan dari Kenjeran didapatkan hasil H hitung  $=$  H tabel yang artinya ada perbedaan. Pada organ lambung kerang hijau dari Ngemboh dibandingkan dengan kerang hijau dari banyu urip didapatkan nilai U hitung  $>$  H tabel sehingga dapat diartikan tidak ada perbedaan, namun untuk organ lambung kerang hijau dari Ngemboh dan dari Kenjeran didapatkan hasil H hitung  $=$  H tabel yang artinya ada perbedaan. Pada organ otot kerang hijau dari Ngemboh dibandingkan dengan otot kerang hijau dari banyu urip maupun organ otot dari perairan kenjeran adalah terdapat perbedaan satu sama lain. Tabel yang digunakan untuk uji mann whitney adalah tabel Mann whitney dengan  $\alpha = 0.05$  ( $n_1 = 3$  ;  $n_2 = 3$ ), sehingga didapatkan nilai 0 untuk U tabel. Dari

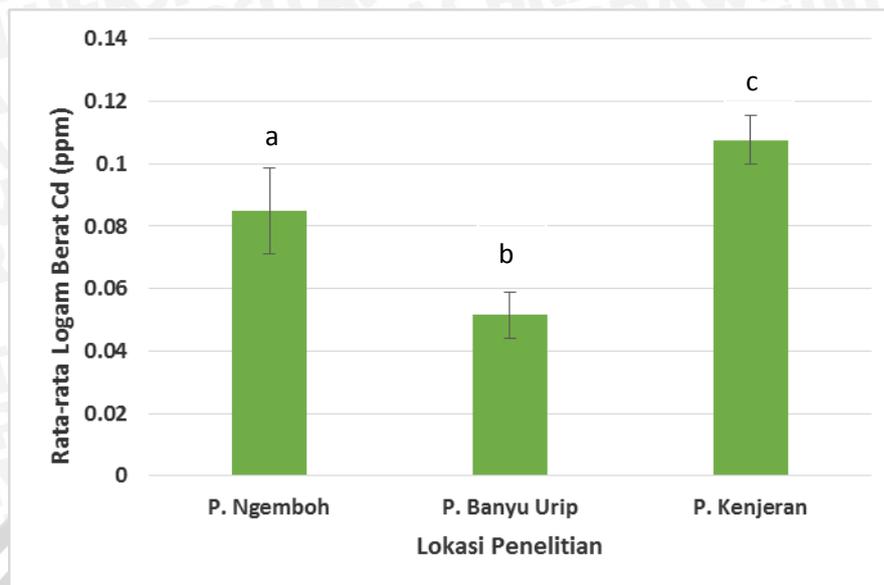
pengujian mann-whitney ini didapatkan hasil notasi perbedaan yang dinyatakan dengan notasi a, b dan c. Lebih jelasnya uji mann-whitney dapat dilihat pada gambar 14 (untuk organ insang), gambar 15 (untuk organ lambung) dan gambar 16 (untuk organ otot).



**Gambar 14.** Hasil rata-rata kandungan logam berat Cd dan standar deviasi pada organ insang kerang hijau di perairan Ngembah sebesar  $0.1367 \pm 0.0151$  ppm, perairan Banyu Urip sebesar  $0.1264 \pm 0.0078$  ppm dan perairan Kenjeran sebesar  $0.1853 \pm 0.0130$  ppm. Notasi a, b dan c didapatkan dari uji Mann-Whitney dengan nilai signifikan 5%.



**Gambar 15.** Hasil rata-rata kandungan logam berat Cd dan standart deviasi pada Lambung kerang hijau di perairan Ngembah sebesar  $0.2157 \pm 0.0232$  ppm, perairan Banyu Urip sebesar  $0.1846 \pm 0.0237$  ppm dan perairan kenjeran sebesar  $0.2695 \pm 0.0171$  ppm. Notasi a, b dan c didapatkan dari uji mann-Whitney dengan nilai signifikan 5%.



**Gambar 16.** Hasil rata-rata kandungan logam berat Cd dan standart deviasi pada otot kerang hijau di perairan Ngembah sebesar  $0.0849 \pm 0.0137$  ppm, perairan Banyu Urip sebesar  $0.0515 \pm 0.0072$  ppm dan perairan Kenjeran sebesar  $0.1076 \pm 0.0078$  ppm. Notasi a, b dan c didapatkan dari analisis uji Mann-Whitney dengan taraf signifikan 5 %.

Berdasarkan hasil uji mann-whitney, menunjukkan bahwa kandungan Cd pada insang kerang hijau yang diperoleh dari ketiga perairan tersebut berbeda, dengan spesifikasi bahwa logam berat Cd di insang kerang hijau dari perairan Ngembah dan perairan Banyu Urip sama, logam berat Cd di insang kerang hijau dari perairan Ngembah dan perairan Kenjeran berbeda, dan logam berat Cd di insang kerang hijau dari perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran adalah berbeda. Hasil uji kruskal-wallis pada lambung menunjukkan bahwa kandungan Cd pada lambung yang diperoleh dari ketiga perairan tersebut berbeda satu sama lain. Perbedaan disajikan dalam bentuk notasi yang didapat dari hasil uji analisis Mann-whitney. Hasil uji kruskal-wallis untuk organ otot juga menunjukkan bahwa kandungan Cd pada otot dari ketiga perairan tersebut berbeda. Perbedaan disajikan dalam bentuk notasi yang didapat dari hasil uji analisis Mann-whitney yang spesifikasinya kandungan logam berat Cd di otot kerang hijau yang ditemukan di perairan ngembah, banyu urip dan kenjeran adalah sama-sama berbeda satu sama lain. Perbedaan tersebut disebabkan oleh faktor-

faktor yang mempengaruhi distribusi logam berat dalam perairan, seperti suhu, salinitas, pH, arus, bahan organik, serta kondisi organisme. Menurut Darmono (1995), beberapa faktor yang mempengaruhi laju penyerapan logam dari dalam air, yaitu kadar garam (salinitas), temperatur, pH, dan kondisi organisme.

#### 4.3 Analisis Kualitas Air

Data kualitas air yang diukur di tiga lokasi pengamatan yaitu perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan Perairan Kenjeran meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan TOM. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pada masing-masing stasiun pengamatan. Adapun hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 7.** Hasil Pengukuran Kualitas Air

Lokasi	Ulangan Ke-	Data Kualitas Air				
		Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	DO (mg/L)	TOM (mg/L)
Ngemboh	1	31	7,9	26	7,38	18,96
	2	31	8,1	26	8,12	42,97
	3	33	8,3	27	6,16	18,96
Banyu Urip	1	32	8,3	28	3,5	21,488
	2	31	8,7	26	4,1	12,64
	3	32	8,6	29	5	8,848
Kenjeran	1	32	8,7	23	5,7	31,6
	2	32	8,4	25	6,3	44,24
	3	33	7,6	25	5,6	17,696
;lokjhgf		28-30*	7-8.5*	33-34*	>5*	-

**Ket :** \* = Baku mutu air laut menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004

##### 4.3.1 Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di masing-masing lokasi pengamatan diperoleh hasil nilai suhu yang berkisar antara 31°C - 33°C. Pada lokasi pengamatan 1 yaitu perairan Ngemboh pada ulangan satu, dua dan tiga diperoleh nilai suhu sebesar 31°C. Pada stasiun pengamatan 2 yaitu perairan Banyu Urip diperoleh nilai suhu pada ulangan kesatu sebesar 32°C, pada

ulangan kedua sebesar yaitu 31°C dan pada ulangan ketiga sebesar 32°C. Sedangkan pada stasiun pengamatan 3 yaitu perairan Kenjeran diperoleh nilai suhu pada ulangan kesatu sebesar 32°C, pada ulangan kedua sebesar 32°C dan pada ulangan ketiga sebesar 33°C. Hasil pengukuran suhu tertinggi selama pengamatan yaitu pada perairan Kenjeran. Menurut Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, kisaran suhu yang aman untuk kehidupan biota laut berkisar antara 28 - 30°C. Dengan rata-rata suhu perairan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa nilai suhu rata-rata pada lokasi penelitian masih dibawah baku mutu sehingga masih dapat ditoleransi kerang untuk kelangsungan hidupnya.

Pengukuran suhu terendah dari ketiga stasiun pengamatan selama 3 kali ulangan yaitu 31°C pada stasiun pengamatan 1 semua ulangan dan pada stasiun pengamatan 2 pada ulangan kedua. Sedangkan pengukuran suhu tertinggi yaitu 33°C pada stasiun pengamatan 3 ulangan ketiga. Suhu tinggi disebabkan karena intensitas cahaya yang masuk didaerah ini tinggi dan proses pengambilan sampel yang sudah beranjak siang. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Apriadi (2005), suhu air terutama di bagian permukaan ditentukan oleh pemanasan sinar matahari yang intensitasnya dapat berubah setiap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan sebanding dengan perubahan intensitas peyinaran matahari. Peningkatan suhu dapat mengakibatkan terjadinya penurunan daya larut oksigen terlarut dan juga dapat menaikkan daya racun pada bahan-bahan tertentu. Suhu dapat mempengaruhi tingkat akumulasi logam di jaringan karena semakin meningkatnya suhu, dapat meningkatkan laju metabolisme pada kerang sehingga bioakumulasi pada kerang akan besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Sorensen (1991) dalam Amriani *et al.*, (2011) menyatakan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung akan meningkatkan akumulasi dan toksisitas logam berat, hal ini terjadi karena meningkatnya metabolisme dari organisme lain.

#### 4.3.2 Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan di masing-masing stasiun pengamatan diperoleh nilai pH yang berkisar antara 7.6 – 8.9. Pada stasiun pengamatan 1 ulangan pertama diperoleh nilai pH sebesar 7.9, pada ulangan kedua sebesar 8.1 dan pada ulangan ketiga 8.3. Pada stasiun pengamatan 2 ulangan pertama diperoleh nilai pH sebesar 8.3, ulangan kedua sebesar 8.7 dan ulangan ketiga sebesar 8.6. Pada stasiun pengamatan 3 ulangan pertama diperoleh nilai pH sebesar 8.7, ulangan kedua sebesar 8.9 dan ulangan ketiga sebesar 7.6 (tabel 8).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada setiap stasiun, rata-rata nilai pH di ketiga stasiun pengamatan yaitu berkisar 8.3 (basa). Nilai pH tersebut sesuai dengan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, yang membahas tentang pH yang sesuai untuk kehidupan biota laut yang berkisar antara 7-8.5. Menurut Effendi (2003) sebagian besar biota perairan sensitif terhadap perubahan pH dan lebih menyukai nilai pH yang berkisar antara 7-8.5. Dimana nilai pH dapat mempengaruhi proses biologis maupun kimia suatu perairan dan pH juga dapat mempengaruhi suatu toksisitas suatu senyawa kimia.

Kenaikan pH dapat menurunkan logam berat yang ada di perairan, dikarenakan pH dapat mengubah kestabilan dari bentuk karbonat yang akan menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur (Palar, 2012). Menurut Hutagalung (1984), bahwa nilai pH yang tinggi dapat mengurangi toksisitas pada logam berat, dikarenakan dengan pH yang tinggi di dalam air dapat membentuk suatu senyawa kompleks yang dapat mengendap di dasar perairan. Namun apabila pH perairan rendah yang dapat menyebabkan logam berat di perairan semakin besar.

#### 4.4.3 Salinitas

Hasil pengukuran salinitas pada ketiga stasiun pengamatan selama penelitian menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Pada stasiun pengamatan 1, ulangan pertama nilai salinitasnya yaitu 26‰, ulangan kedua sebesar 26‰ dan ulangan ketiga sebesar 26‰. Pada stasiun pengamatan 2, ulangan pertama nilai salinitasnya sebesar 28‰, ulangan kedua sebesar 26‰ dan ulangan ketiga sebesar 26‰. Sedangkan pada stasiun pengamatan 3, ulangan pertama nilai salinitasnya sebesar 25‰, ulangan kedua sebesar 25‰ dan ulangan ketiga sebesar 25‰.

Berdasarkan tabel dari ketiga stasiun pengamatan dengan 3 kali ulangan didapatkan nilai salinitas berkisar antara 25‰-28‰. Adanya perbedaan pada masing-masing stasiun pengamatan dikarenakan lokasi pengambilan sampel air yang berbeda-beda. Pada penelitian ini didapatkan nilai salinitas tertinggi yaitu pada stasiun 2 ulangan pertama yang letaknya ada ditengah laut dengan kedalaman yang cukup dalam dibandingkan dengan stasiun lainnya. Menurut Maslukah (2006), bahwa lapisan perairan pada permukaan cenderung memiliki salinitas rendah dibandingkan dengan salinitas dasar perairan. Stratifikasi salinitas ini juga terjadi secara horizontal dimana stasiun yang berbeda jauh dari muara mempunyai salinitas lebih tinggi daripada stasiun yang berada di muara. Selain itu menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, nilai salinitas yang baik untuk mendukung kehidupan biota laut yaitu 33‰-34‰. Nilai salinitas yang didapat pada penelitian ini berkisar antara 25‰-28‰. Nilai salinitas di perairan tersebut optimum untuk perkembangan biologis kerang hijau yaitu 27‰-35‰.

Salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat akumulasi logam berat semakin besar (Erlangga,

2007). Kadar garam pada perairan yang semakin tinggi, dapat mengakibatkan daya toksisitas logam berat semakin menurun (Darmono, 2001).

#### 4.3.4 Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air, nilai oksigen terlarut (DO) di ketiga stasiun pengamatan didapatkan hasil yaitu pada stasiun pengamatan 1 ulangan pertama sebesar 7.38 mg/l, ulangan kedua sebesar 8.12 mg/l dan ulangan ketiga sebesar 6.16 mg/l. pada stasiun pengamatan 2 ulangan pertama diperoleh nilai oksigen terlarut sebesar 3.5 mg/l, ulangan kedua sebesar 4.1 mg/l dan ulangan ketiga sebesar 5 mg/l. pada stasiun pengamatan 3 ulangan pertama diperoleh nilai oksigen terlarut sebesar 5.7 mg/l, ulangan kedua sebesar 6.3 mg/l dan ulangan ketiga sebesar 5.6 mg/l.

Berdasarkan nilai rata-rata oksigen terlarut masing-masing stasiun pengamatan, diperoleh nilai DO terendah yaitu pada stasiun pengamatan 2 ulangan pertama yaitu 3.5 mg/l sedangkan nilai DO tertinggi yaitu pada stasiun pengamatan 1 ulangan kedua yaitu 8.12 mg/l. Rendahnya kadar oksigen di perairan juga dipengaruhi oleh suhu perairan. Kenaikan suhu dapat menyebabkan turunnya nilai oksigen terlarut di perairan karena tingginya suhu dapat menyebabkan aktifitas metabolisme dan respirasi organisme tinggi sehingga membutuhkan oksigen terlarut banyak (Sudirman dan Semeidi, 2014). Rendahnya DO di stasiun 1 juga dikarenakan untuk mengurai limbah yang masuk ke perairan. Oksigen mendekomposisi bahan organik dan mengoksidasi bahan anorganik, sehingga kandungan oksigen dalam air menjadi rendah. Rendahnya nilai kandungan DO dapat meningkatkan toksisitas logam di perairan (Sarjono, 2009).

Hasil pengamatan terhadap DO di ketiga stasiun menunjukkan rata-rata nilai DO sebesar 4.2 mg/l – 7.22 mg/l. nilai DO tersebut berada pada kondisi

optimal perairan laut dan sesuai untuk kehidupan biota laut terutama kerang. Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 menyebutkan bahwa baku mutu DO di perairan yaitu lebih dari 5 mg/l.

#### 4.3.5 TOM

Berdasarkan hasil analisa kualitas air pada setiap stasiun pengamatan didapatkan nilai TOM berkisar antara 8.85 mg/l – 44.24 mg/l. pada stasiun pengamatan 1 ulangan pertama diperoleh nilai TOM sebesar 18.96 mg/l, ulangan kedua sebesar 42.97 mg/l dan ulangan ketiga sebesar 18.96 mg/l. Pada stasiun pengamatan kedua ulangan pertama diperoleh nilai TOM sebesar 21.49 mg/l, ulangan kedua sebesar 12.64 mg/l dan ulangan ketiga sebesar 8.848 mg/l. Pada stasiun pengamatan 3 ulangan pertama diperoleh nilai TOM sebesar 31.6 mg/l, ulangan kedua sebesar 44.24 mg/l dan ulangan ketiga sebesar 17.70 mg/l.

Berdasarkan nilai dari ketiga stasiun pengamatan selama tiga kali pengulangan nilai TOM tertinggi yaitu pada stasiun pengamatan 3 ulangan kedua, hal ini dikarenakan stasiun pengamatan ketiga letaknya berdekatan dengan buangan limbah kegiatan perikanan didekat Perairan Kenjeran yang dibuang secara langsung ke Perairan laut Kenjeran. Nilai TOM terendah yaitu pada stasiun pengamatan 2 ulangan ketiga sebesar 8.848 mg/l. Hasil analisa bahan organik total (TOM) dapat disimpulkan bahwa nilai TOM di ketiga perairan berkisar antara 14.33 mg/l – 31.18 mg/l. Menurut Effendi (2003), kandungan total bahan organik di perairan >20 mg/l. Konsentrasi bahan organik di perairan Ngemboh, perairan Banyu Urip dan perairan Kenjeran masih berada di nilai optimum untuk kehidupan biota laut.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Pada penelitian ini didapatkan hasil logam berat di air berkisar antara  $0.0074 \pm 0.0018$  ppm –  $0.0095 \pm 0.0025$  ppm, dimulai dari yang tertinggi ke terendah yaitu Perairan Kenjeran > Perairan Ngemboh > Perairan Banyuurip. Sedangkan rata-rata kandungan logam berat di sedimen berkisar antara  $0.3266 \pm 0.0563$  ppm –  $0.6682 \pm 0.1414$  ppm, dimulai dari yang tertinggi ke terendah yaitu Perairan Kenjeran > Perairan Ngemboh > Perairan Banyuurip. Sedangkan rata-rata kandungan logam berat pada kerang yaitu pada insang berkisar antara  $0.1264 \pm 0.0151$  ppm –  $0.1853 \pm 0.0130$  ppm, pada lambung berkisar antara  $0.1846 \pm 0.0232$  ppm –  $0.2695 \pm 0.0171$  ppm dan pada otot  $0.0515 \pm 0.0072$  ppm -  $0.1076 \pm 0.0078$  ppm. Kandungan logam berat pada otot jauh lebih kecil dibandingkan dengan logam berat pada insang dan lambung.
- Berdasarkan Keputusan Menteri Negara dan Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 bahwa batas maksimum nilai Cd yang boleh terkandung dalam perairan adalah 0.001 ppm, sehingga kondisi ketiga perairan tersebut dapat dikatakan sudah terkontaminasi oleh logam berat Cd. Oleh sebab itu perlu diwaspadai jika kerang hijau banyak dikonsumsi oleh masyarakat setempat.
- Berdasarkan hasil uji kruskal-wallis maka pada organ insang, lambung dan otot kerang hijau diperoleh nilai H hitung yang lebih besar dari H tabel 5.6, sehingga dapat dikatakan bahwa ada perbedaan kandungan logam berat Cd antar organ insang, lambung dan otot kerang hijau yang ditemukan di ketiga

lokasi penelitian. Pemberian notasi diperoleh dari uji lanjut menggunakan uji mann-whitney dengan ketentuan tolak  $H_0$  jika nilai  $U$  hitung  $\leq U$  tabel.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

- agar mengukur kandungan logam berat Cd pada bagian kerang hijau (*Perna viridis* L) yang lain seperti cangkang dengan mengumpulkan lebih banyak sampel selama periode yang lama dan jumlah titik sampling yang lebih banyak.
- Kondisi perairan pantai utara yaitu perairan Ngemboh, Perairan Banyuurip dan Perairan Kenjeran sudah mulai mengalami pencemaran logam berat kadmium (Cd), sehingga membutuhkan adanya upaya pengendalian aktivitas masyarakat setempat dengan melibatkan stakeholder yang terkait seperti adanya peraturan mengenai system pembuangan limbah industri maupun limbah rumah tangga serta limbah dari aktivitas nelayan yang dilarang dibuang secara langsung ke laut, karena dampaknya akan sangat berbahaya untuk organisme air maupun kesehatan masyarakat setempat. Selain itu juga diperlukan pemantauan kualitas air secara rutin khususnya logam berat Cd ataupun logam berat lainnya.

