

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Sampel kerang hijau (*Perna viridis* L.) yang digunakan pada penelitian ini diambil dari tiga pantai antaralain Pantai Ngemboh, Banyu urip dan Kenjeran. Ketiga pantai ini memiliki karakterisasi yang berbeda-beda. Berikut akan dijelaskan masing-masing pantai yang digunakan pada penelitian ini.

#### 4.1.1 Deskripsi Pantai Ngemboh

Pantai Ngemboh merupakan salah satu jajaran pantai utara yang terletak di Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Secara geografis titik pengambilan sampel kerang hijau yang berada pada pantai ngemboh terletak pada kordinat titik  $06^{\circ}53' 14,17''$ -  $6^{\circ}53' 47,18''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ} 29' 25,54''$ - $112^{\circ}30' 11,04''$  Bujur Timur (*Google Earth*, 2016). Pantai Ngemboh adalah kawasan penting bagi nelayan sekitar karena telah lama dijadikan sebagai area penangkapan perikanan, tetapi dengan pesatnya pembangunan, limbah industri serta limbah rumah tangga di daerah tersebut menyebabkan adanya pencemaran lingkungan.

Memiliki potensi kerang hijau yang sangat berlimpah di Kabupaten Gresik. Hasil produksi kerang hijau tangkap pada desa Ngemboh pada tahun 2011 adalah sebesar 3.052,89 ton, tahun 2012 hasil tangkapan pada desa Ngemboh sebesar 1.223,46 ton (Dinas Perikanan dan Kelautan Gresik, 2013). Dari penjelasan dapat kita simpulkan bahwa dari tahun 2011 ke 2012 hasil tangkapan kerang hijau menurun hal ini diduga disebabkan oleh adanya peningkatan pencemaran dari kegiatan masyarakat yang ada. Lingkungan perairan sangat rentan terhadap pencemaran tersebut karena sebagian besar

hasil dari kegiatan tersebut dibuang ke perairan sehingga memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kualitas perairan dan biota yang hidup didalamnya.

#### 4.1.2 Deskripsi Pantai Banyu Urip

Secara geografis titik pengambilan sampel kerang hijau yang berada pada Pantai Banyu urip terletak pada kordinat titik  $6^{\circ}53'48.74''$  -  $6^{\circ}54'13.63''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ}30'37.48''$  -  $112^{\circ}31'12.83''$  Bujur Timur (*Google Earth*, 2016). Sedangkan secara administratif Desa Banyu Urip terletak di wilayah Kecamatan Ujungpangkah Kabupaten Gresik yang terdiri dari lima dusun yakni dusun Bangsal Sari, dusun Mulyosari, dusun Klakak, dusun Banyulegi dan dusun Bondot yang secara keseluruhan jumlah penduduknya 6.639 orang, sebagian dari mereka memiliki mata pencaharian sebagai nelayan. Setiap hari mereka menggantungkan hidup dari hasil laut seperti ikan dan kerang untuk mencukupi semua kebutuhan hidup keluarga.

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk yang diikuti oleh peningkatan kegiatan masyarakat. Kegiatan masyarakat tersebut meliputi kegiatan rumah tangga, industri, transportasi dan pertanian mengakibatkan peningkatan pencemaran pada pantai tersebut. Lingkungan perairan sangat rentan terhadap pencemaran tersebut karena sebagian besar hasil dari kegiatan tersebut dibuang ke perairan sehingga memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap kualitas perairan dan biota yang hidup didalamnya.

#### 4.1.3 Deskripsi Pantai Kenjeran

Pantai Kenjeran Surabaya terletak di sebelah timur kota Surabaya. Kenjeran merupakan salah satu kelurahan di Kecamatan Bulak, Surabaya. Terletak diantara kawasan kampung nelayan di kawasan Tambak Deres.



Sebagai tempat rekreasi pantai Kenjeran tersebut sangat mudah terkena pencemaran akibat aktivitas manusia yang ada, sehingga dapat mengancam kelestarian ekosistem dan biota yang ada disekitar pantai. Secara geografis pantai Kenjeran terletak pada  $7^{\circ} 15' 19,60''$  –  $7^{\circ} 17' 13,25''$  Lintang Selatan dan  $112^{\circ} 48' 35,69''$  –  $112^{\circ} 48' 40,72''$  Bujur Timur (*Google Earth*, 2016).

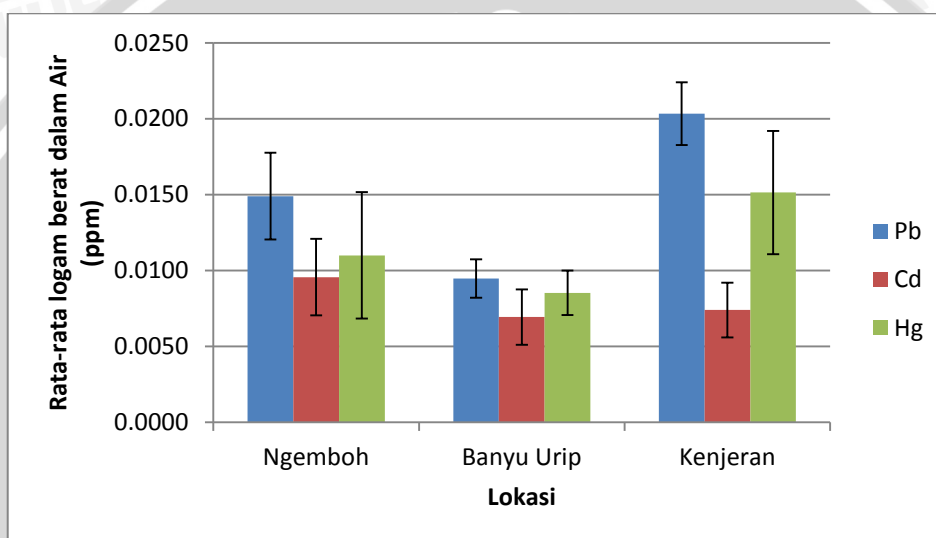
Wilayah Pantai Timur Surabaya merupakan bentang alam yang relative datar dengan kemiringan  $0-3^{\circ}$ , dengan rata-rata ketinggian pasang surut sebesar 1.67 meter. Kawasan ini terbentuk dari hasil pengendapan dari sistem sungai yang ada disekitarnya dan dipengaruhi oleh laut. Pantai Timur Surabaya bermuara tujuh buah sungai besar beberapa diantaranya adalah kali Wonokromo dan kali Wonorejo. Sungai-sungai tersebut membawa limbah padat dan cair yang berasal dari industry maupun rumah tangga yang pada akhirnya akan menumpuk dan mencemari perairan Pantai Timur Surabaya. Pantai ini berhubungan bebas dengan laut terbuka dimana di dalamnya terjadi pencampuran antara air laut dan air tawar dari sungai.

#### 4.2 Analisa Kadar Logam Berat

Kadar logam berat Pb, Cd, Hg di perairan Pantai Ngemboh, Pantai Banyu Urip dan Pantai Kenjeran diukur pada sampel air, sedimen organ insang dan lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) yang diambil dari ketiga lokasi yang berbeda tersebut. Ketiga lokasi penelitian masing-masing memiliki karakteristik maupun sumber bahan pencemar yang berbeda-beda. Analisa kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada air, sedimen dan organ insang serta lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

#### 4.2.1 Kadar Logam Berat di Air

Analisa kandungan logam berat pada air di ketiga perairan yang berbeda yakni Pantai Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran ini memiliki hasil yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan karakteristik maupun sumber bahan pencemar dari tiap lokasi pengamatan. Grafik hasil analisa kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada ketiga lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4 serta tabel hasil analisa dapat dilihat pada Lampiran 3.



**Gambar 4** .Rata-rata kadar logam berat Pb, Cd dan Hg dalam air pada Pantai Ngemboh, Pantai Banyu Urip dan Kenjeran.

Berdasarkan grafik tersebut, hasil rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut pada perairan Pantai ngemboh adalah sebesar 0.0149 ppm untuk logam berat Pb, 0.0096 ppm untuk logam berat Cd dan 0.0110 ppm untuk logam berat Hg. Pada perairan pantai banyu urip nilai logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut adalah sebesar 0.0095 ppm untuk logam berat Pb, 0.0069 ppm untuk logam berat Cd dan 0.0085 ppm untuk logam berat Hg. Pada Perairan Kenjeran berturut-turut nilai logam berat adalah sebesar 0.0203 ppm untuk logam berat Pb, 0.0074 ppm untuk logam berat Cd dan 0.0151 ppm untuk logam berat Hg.



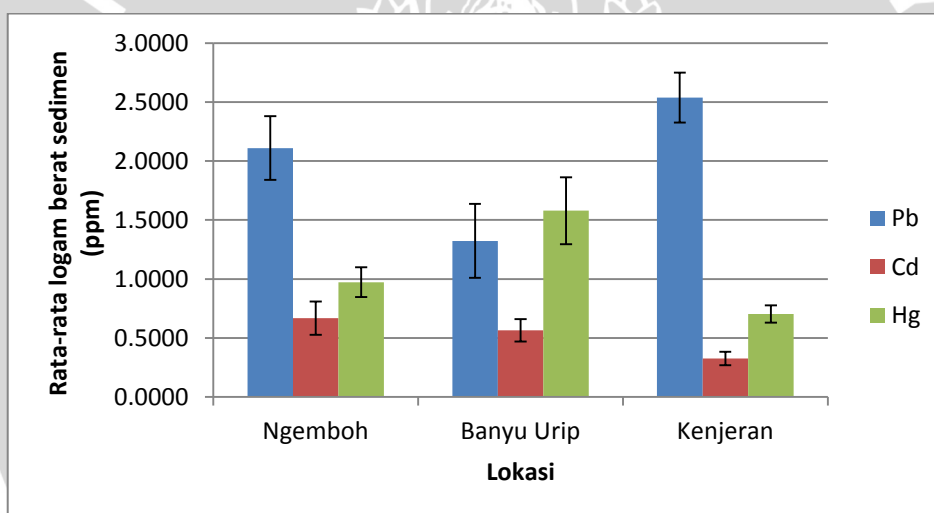
Dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa kadar logam berat Pb dalam air tertinggi adalah pada pantai Kenjeran yakni sebesar 0.0203 ppm disusul dengan pantai Ngembah sebesar 0.0149 ppm dan yang terakhir Pantai Banyu Urip sebesar 0.0095 ppm. Kemudian untuk logam berat Cd di dalam air yang tertinggi yakni pada Pantai Ngembah dengan kandungan logam berat Cd sebesar 0.0096 ppm, disusul dengan Pantai Kenjeran dengan kandungan logam berat sebesar 0.0074 ppm dan yang terakhir pada Pantai Banyu urip sebesar 0.0069 ppm. Kemudian untuk kandungan logam berat yang terakhir yakni Hg nilai tertinggi didapatkan pada perairan pantai Kenjeran sebesar 0.0151 ppm, disusul dengan pantai Ngembah sebesar 0.0110 ppm dan yang terakhir pantai Banyu Urip dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.0069 ppm. Dan pencemaran logam berat tertinggi adalah oleh logam berat Pb pada pantai Kenjeran sebesar 0.0203 ppm.

Menurut Khalil (2013), kandungan logam berat dalam suatu perairan dapat meningkat seiring dengan meningkatnya masukan limbah yang mengandung logam berat terutama limbah industri yang merupakan sumber potensial bahan pencemar di dalam perairan sungai, estuaria dan laut. Kemudian terakumulasi dalam tubuh biota air yang hidup di perairan tersebut. Kandungan bahan berbahaya dari polutan terutama dari jenis logam berat merkuri akan diubah menjadi metil merkuri ( $\text{CH}_3\text{-Hg}$ ) oleh aktivitas organisme melalui proses metilasi sehingga memiliki sifat racun dan daya ikat tinggi pada sistem cairan tubuh organisme serta memiliki tingkat kelarutan yang tinggi dalam perairan. Senyawa ini dapat merusak jaringan tubuh organisme terutama yang berhubungan langsung dengan sistem sirkulasi dan sistem ekskresi tubuh organisme seperti hati, ginjal, insang dan saluran pencernaan. Menurut Darmono (1995), mengatakan kandungan logam dalam air dapat berubah bergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil

karena proses pelarutan sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Selain itu, Pb dapat digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen timbal dalam cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar Pb di lingkungan.

#### 4.2.2 Kadar Logam Berat pada Sedimen

Hasil analisa kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada sedimen di ketiga lokasi penelitian menunjukkan hasil rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat dalam air. Grafik hasil pengukuran kadar logam berat Pb, Cd dan Hg pada sedimen dapat dilihat pada Gambar 5 dan tabel hasil analisa dapat dilihat pada Lampiran 4.



**Gambar 5.** Rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg dalam sedimen pada Pantai Ngemboh, Pantai Banyu Urip dan Pantai Kenjeran

Hasil rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg pada sedimen di tiga perairan menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Berdasarkan grafik tersebut pada pantai Ngemboh nilai logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut adalah sebesar 2.1094 ppm untuk logam berat Pb, 0.6683 ppm untuk logam berat Cd dan 0.9730 ppm untuk logam berat Hg. Kemudian pada Pantai Banyu urip didapatkan nilai Pb sebesar 1.3225 ppm, nilai Cd sebesar 0.5656 ppm dan yang terakhir nilai Hg



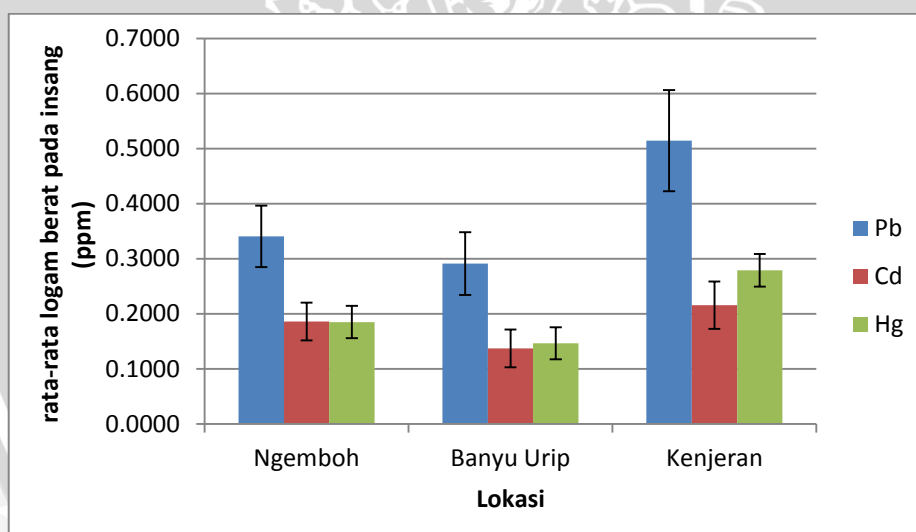
sebesar 1.5791 ppm. Selanjutnya adalah pada Pantai Kenjeran didapatkan nilai Pb sebesar 2.5374 ppm, nilai logam berat Cd sebesar 0.3266 ppm dan nilai logam berat Hg sebesar 0.7037 ppm.

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai logam berat Pb pada sedimen tertinggi adalah pada Pantai Kenjeran yakni sebesar 2.5374 ppm disusul dengan pantai Ngemboh sebesar 2.1094 ppm dan yang terakhir pada pantai Banyu Urip yakni sebesar 1.3225 ppm. Selanjutnya untuk logam berat Cd pada sedimen tertinggi berada pada perairan Pantai Ngemboh dengan nilai logam berat Cd sebesar 0.6683 ppm disusul oleh pantai Banyu Urip sebesar 0.5656 ppm dan yang terakhir yakni pada pantai Kenjeran dengan nilai logam berat Cd sebesar 0.3266 ppm. kemudian yang terakhir adalah logam berat Hg pada sedimen tertinggi terletak pada pantai Banyu Urip yakni sebesar 1.5791 ppm berlanjut ke pantai Ngemboh dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.9730 ppm dan yang terakhir pantai Kenjeran dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.7037 ppm. Dan pencemaran logam berat tertinggi adalah oleh logam berat Pb pada Pantai Kenjeran sebesar 2,5374 ppm.

Harahap (1991), menyatakan bahwa logam berat memiliki sifat yang mudah mengikat bahan organik dan bersifat mengendap pada dasar perairan serta bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan jika berada dalam air. Hal ini sama dengan pendapat Rochyatun *et al.*,(2006) yang mengungkapkan bahwa logam berat yang semula terlarut didalam air sungai diadsorpsi oleh partikel halus (*suspended solid*) dan oleh aliran air sungai dibawa ke muara. Air sungai bertemu dengan arus pasang di muara sungai, sehingga partikel halus tersebut mengendap di muara sungai.

#### 4.2.3 Kadar logam Berat pada Insang Kerang Hijau (*Perna viridis L.*)

Secara biologis logam berat yang terkumpul dalam tubuh organisme, menetap untuk jangka waktu lama dan bersifat toksis kumulatif (Darmono, 1995). Keberadaan logam berat yang terikat dalam tubuh organisme seperti pada ikan, krustase dan biota laut lainnya akan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut. Suaniti (2007) berpendapat bahwa logam berat diserap oleh tubuh hewan perairan kebanyakan dalam bentuk ion. Penyerapan tersebut dalam bentuk ion melalui insang dan saluran pencernaan. Ion logam yang masuk ke dalam jaringan makhluk hidup bersenyawa dengan bahan kimia jaringan makhluk hidup membentuk senyawa kompleks organik protein disebut metallothionein. Hasil analisa kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) dapat dilihat pada Gambar 6 dan Lampiran 5.



**Gambar 6.** Hasil rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg pada insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) di Pantai Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran.

Berdasarkan grafik tersebut, hasil rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut pada organ insang Pantai ngemboh adalah sebesar 0.3407 ppm untuk logam berat Pb, 0.1860 ppm untuk logam berat Cd dan 0.1852 ppm untuk logam berat Hg. Pada pantai banyu urip nilai logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut pada organ insang adalah sebesar 0.2911 ppm untuk logam berat



Pb, 0.1373 ppm untuk logam berat Cd dan 0.1463 ppm untuk logam berat Hg. Pada Perairan Kenjeran berturut-turut nilai logam berat Pb, Cd dan Hg pada insang adalah sebesar 0.5143 ppm untuk logam berat Pb, 0.2157 ppm untuk logam berat Cd dan 0.2792 ppm untuk logam berat Hg.

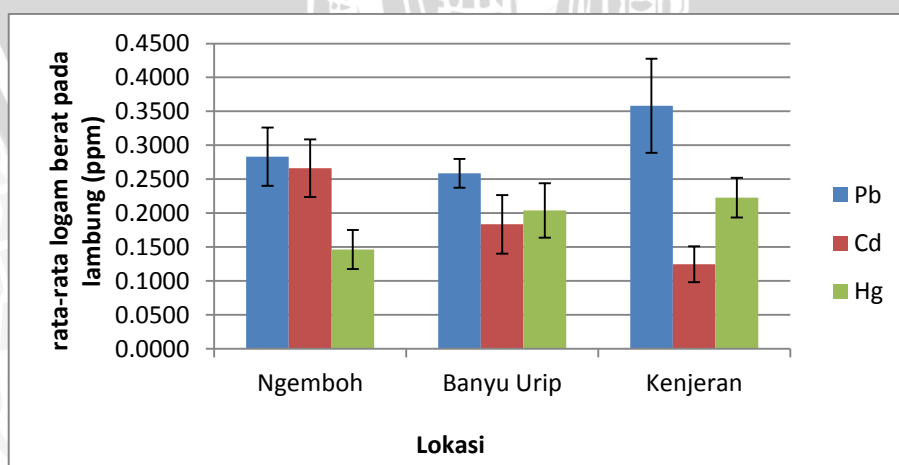
Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai logam berat Pb pada organ insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) tertinggi adalah pada Pantai Kenjeran yakni sebesar 0.5143 ppm disusul dengan pantai Ngemboh sebesar 0.3407 ppm dan yang terakhir pada pantai Banyu Urip yakni sebesar 0.2911 ppm. Selanjutnya untuk logam berat Cd pada organ insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) tertinggi berada pada perairan Pantai Kenjeran dengan nilai logam berat Cd sebesar 0.2792 ppm disusul oleh pantai Ngemboh sebesar 0.1860 ppm dan yang terakhir yakni pada pantai Banyu Urip dengan nilai logam berat Cd sebesar 0.1373 ppm. Kemudian yang terakhir adalah logam berat Hg pada organ insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) tertinggi terletak pada pantai Kenjeran yakni sebesar 0.2792 ppm berlanjut ke pantai Ngemboh dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.1852 ppm dan yang terakhir pantai Banyu Urip dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.1463 ppm. Dan kadar logam berat tertinggi pada insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) adalah oleh logam berat Pb pada Pantai Kenjeran sebesar 0.5143 ppm.

Menurut Khalil (2013), Logam berat akan terakumulasi dalam tubuh biota air yang hidup di perairan yang tercemar oleh logam berat tersebut. Kandungan bahan berbahaya dari polutan terutama dari jenis logam berat merkuri akan diubah menjadi metil merkuri ( $\text{CH}_3\text{-Hg}$ ) oleh aktivitas organisme melalui proses metilasi sehingga memiliki sifat racun dan daya ikat tinggi pada sistem cairan tubuh organisme serta memiliki tingkat kelarutan yang tinggi dalam perairan. Senyawa ini dapat merusak jaringan tubuh organisme terutama yang berhubungan langsung dengan sistem sirkulasi dan sistem ekskresi tubuh

organisme seperti hati, ginjal, insang dan saluran pencernaan. Darmono (1995), menyatakan bahwa secara biologis logam berat yang terakumulasi dalam tubuh organisme menetap untuk jangka waktu lama dan bersifat toksik kumulatif. Keberadaan logam berat yang terikat dalam tubuh organisme seperti pada ikan, krustasea dan biota laut lainnya akan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut.

#### 4.2.4 Kadar Logam Berat pada Lambung Kerang Hijau (*Perna viridis L.*)

Secara biologis logam berat yang terkumpul dalam tubuh organisme, menetap untuk jangka waktu lama dan bersifat toksik kumulatif (Darmono, 1995). Keberadaan logam berat yang terikat dalam tubuh organisme seperti pada ikan, krustasea dan biota laut lainnya akan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut. Suaniti (2007) berpendapat bahwa logam berat diserap oleh tubuh hewan perairan kebanyakan dalam bentuk ion. Penyerapan tersebut dalam bentuk ion melalui insang dan saluran pencernaan. Ion logam yang masuk ke dalam jaringan makhluk hidup bersenyawa dengan bahan kimia jaringan makhluk hidup membentuk senyawa kompleks organik protein disebut metallothionein. Hasil analisa kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) dapat dilihat pada Gambar 7 dan Lampiran 6.



**Gambar 7.** Hasil rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg pada lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) di Pantai Ngembah, Banyu Urip dan Kenjeran.



Berdasarkan grafik tersebut, hasil rata-rata logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut pada organ lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) Pantai ngemboh adalah sebesar 0.2834 ppm untuk logam berat Pb, 0.2662 ppm untuk logam berat Cd dan 0.1463 ppm untuk logam berat Hg. Pada pantai banyu urip nilai logam berat Pb, Cd dan Hg berturut-turut pada organ lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) adalah sebesar 0.2586 ppm untuk logam berat Pb, 0.1836 ppm untuk logam berat Cd dan 0.2039 ppm untuk logam berat Hg. Pada Pantai Kenjeran berturut-turut nilai logam berat Pb, Cd dan Hg pada lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) adalah sebesar 0.3582 ppm untuk logam berat Pb, 0.1246 ppm untuk logam berat Cd dan 0.2228 ppm untuk logam berat Hg.

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai logam berat Pb pada organ lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) tertinggi adalah pada Pantai Kenjeran yakni sebesar 0.3582 ppm disusul dengan pantai Ngemboh sebesar 0.2834 ppm dan yang terakhir pada pantai Banyu Urip yakni sebesar 0.2586 ppm. Selanjutnya untuk logam berat Cd pada organ lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) tertinggi berada pada Pantai Ngemboh dengan nilai logam berat Cd sebesar 0.2662 ppm disusul oleh pantai Banyu Urip sebesar 0.1836 ppm dan yang terakhir yakni pada pantai Kenjeran dengan nilai logam berat Cd sebesar 0.1246 ppm. Kemudian yang terakhir adalah logam berat Hg pada organ lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) tertinggi terletak pada pantai Kenjeran yakni sebesar 0.2228 ppm berlanjut ke pantai Banyu Urip dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.2039 ppm dan yang terakhir pantai Ngemboh dengan nilai logam berat Hg sebesar 0.1463 ppm. Dan akumulasi logam berat tertinggi pada lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) adalah oleh logam berat Pb pada Pantai Kenjeran sebesar 0.3582 ppm.

Menurut Khalil (2013), Logam berat akan terakumulasi dalam tubuh biota air yang hidup di perairan yang tercemar oleh logam berat tersebut. Kandungan



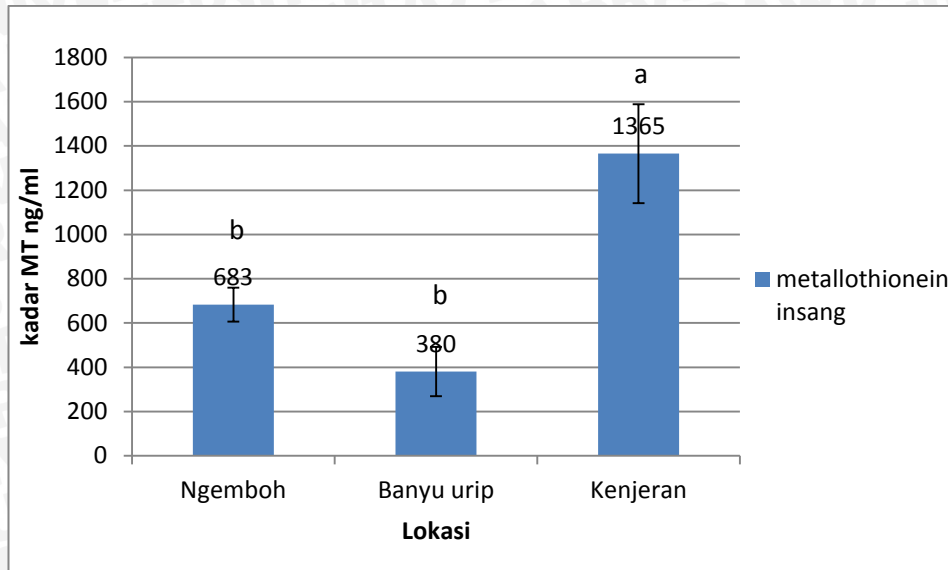
bahan berbahaya dari polutan terutama dari jenis logam berat merkuri akan diubah menjadi metil merkuri ( $\text{CH}_3\text{-Hg}$ ) oleh aktivitas organisme melalui proses metilasi sehingga memiliki sifat racun dan daya ikat tinggi pada sistem cairan tubuh organisme serta memiliki tingkat kelarutan yang tinggi dalam perairan. Senyawa ini dapat merusak jaringan tubuh organisme terutama yang berhubungan langsung dengan sistem sirkulasi dan sistem ekskresi tubuh organisme seperti hati, ginjal, insang dan saluran pencernaan. Darmono (1995), menyatakan bahwa secara biologis logam berat yang terakumulasi dalam tubuh organisme menetap untuk jangka waktu lama dan bersifat toksik kumulatif. Keberadaan logam berat yang terikat dalam tubuh organisme seperti pada ikan, krustasea dan biota laut lainnya akan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut.

#### **4.3 Kadar Metallothionein (MT)**

Kadar MT pada kerang hijau (*Perna viridis L.*) di perairan Pantai Ngembah, Pantai Banyu Urip dan Pantai Kenjeran diukur pada organ insang dan lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) yang diambil dari ketiga lokasi yang berbeda tersebut. Ketiga lokasi penelitian masing-masing memiliki karakteristik maupun kadar logam berat yang berbeda-beda. Analisa kandungan MT pada organ insang serta lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) dilakukan di Laboratorium Fisiologi / Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan menggunakan metode *Enzym-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA).

##### **4.3.1 Kadar Metallothionein pada Insang Kerang Hijau (*Perna viridis L.*)**

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan rata-rata kadar MT pada insang Kerang hijau (*Perna viridis L.*) dapat dilihat pada Gambar 8 dan secara rinci data hasil analisis kadar MT pada insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) disajikan pada Lampiran 7.



**Gambar 8.** Grafik hasil rata-rata kadar MT pada insang kerang hijau (*Perna viridis*)

Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% kadar MT insang pada pantai kenjeran berbeda nyata dengan pantai Banyu Urip dengan tingkat signifikansi sebesar 0.01 ( $P < 0.05$ ). Sedangkan kadar MT insang pada Pantai Ngembah tidak berbeda nyata dengan Pantai Banyu Urip dengan signifikansi sebesar 0.107 ( $P > 0.05$ ). Untuk lebih lengkap mengenai hasil uji Tukey dapat dilihat pada Lampiran 8. Pada Pantai Banyu Urip memiliki nilai MT pada organ insang terendah jika dibandingkan dengan pantai Kenjeran dan Pantai Ngembah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar MT pada Insang kerang hijau (*Perna viridis* L.) di Pantai Ngembah adalah sebesar 683 ng/ml, pada Pantai Banyu Urip sebesar 380 ng/ml dan yang terakhir yakni pada pantai Kenjeran sebesar 1365 ng/ml. Menurut Khati, *et al.* (2012), dengan paparan Cd sebesar 200  $\mu\text{g/l}$  didapatkan nilai MT pada insang sebesar  $2725.05 \pm 0.6$  nmol/mg. Kadar MT tertinggi adalah pada Pantai kenjeran diikuti oleh Pantai Ngembah dan yang terakhir adalah pada Pantai Banyu urip. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan kandungan logam berat pencemar Pb, Cd dan Hg

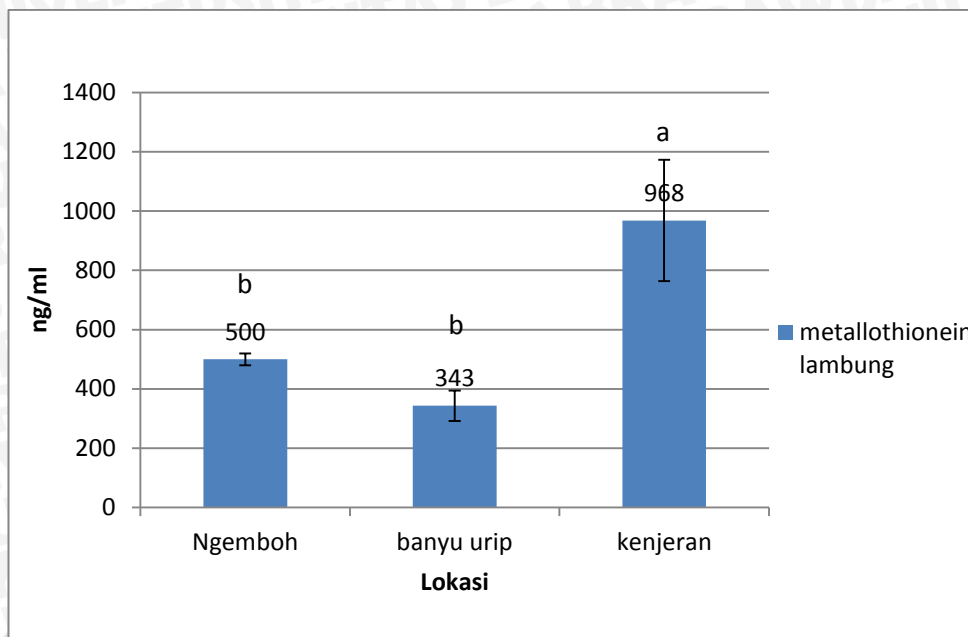
pada tiap-tiap lokasi penelitian yang mana berdasarkan penjelasan pada sub bab sebelumnya kandungan logam berat tertinggi pada insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) didominasi oleh Pantai Kenjeran. Palar (2012) menyatakan bahwa protein thionein dapat membentuk ikatan dengan berbagai logam, dimana ikatan antara protein thionein dan logam berat membentuk metallothionein. Menurut Ringwood *et al.* (2004), MT dengan polutan logam berat memiliki hubungan positif. Kontaminan logam berat dapat mengakibatkan kerusakan sistemik suatu organisme dan mengakibatkan meningkatnya produksi MT. Dengan kata lain, biomarker MT akan muncul pada perairan yang terkontaminasi logam berat seperti Pb, Cd dan Hg.

Santosa (2003) berpendapat bahwa metallothionein merupakan sistem utama yang dimiliki oleh tubuh organisme dalam mendetoksifikasi logam berat seperti Hg, Pb dan logam berat lainnya. Selain itu, faktor lingkungan terutama suhu, salinitas, pH dan adanya cemaran logam berat juga berpengaruh terhadap sintesis metallothionein pada kerang hijau (*Perna viridis L.*). Dimens *et al.* (2006), menyatakan bahwa konsentrasi MT lebih tinggi pada suhu yang lebih tinggi. Abdelmigid *et al.* (2014) juga menambahkan, metallothionein dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu seperti periode pematangan gonad, fluktuasi suhu lingkungan, waktu pemaparan dan konsentrasi ambang batas polutan.

#### **4.3.2 Kadar Metallothionein pada Lambung Kerang Hijau (*Perna viridis L.*)**

Berdasarkan hasil analisis kandungan MT pada lambung kerang hijau (*Perna viridis L.*) menggunakan metode ELISA, didapatkan rata-rata kadar MT pada lambung Kerang hijau (*Perna viridis L.*) yang dapat dilihat pada Gambar 9 dan secara rinci data hasil analisis kadar MT pada insang kerang hijau (*Perna viridis L.*) disajikan pada Lampiran 7.





**Gambar 9.** Grafik hasil rata-rata kadar MT pada lambung kerang hijau (*Perna viridis*)

Berdasarkan hasil uji tukey dengan selang kepercayaan 95% kadar MT lambung pada pantai kenjeran berbeda nyata dengan pantai Banyu Urip dengan tingkat signifikansi sebesar 0.02 ( $P < 0.05$ ). Sedangkan kadar MT lambung pada Pantai Ngemboh tidak berbeda nyata dengan Pantai Banyu Urip dengan signifikansi sebesar 0.329 ( $P > 0.05$ ). Untuk lebih lengkap mengenai hasil uji Tukey dapat dilihat pada Lampiran 8. Pada Pantai Banyu Urip memiliki nilai MT pada organ lambung terendah jika dibandingkan dengan pantai Kenjeran dan Pantai Ngemboh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar MT pada lambung kerang hijau (*Perna viridis* L.) di Pantai Ngemboh adalah sebesar 500 ng/ml, pada Pantai Banyu Urip sebesar 343 ng/ml dan yang terakhir yakni pada pantai Kenjeran sebesar 968 ng/ml. Menurut Khati, *et al.* (2012), dengan paparan Cd sebesar 200  $\mu\text{g/l}$  didapatkan nilai MT pada lambung sebesar  $4014.37 \pm 07$  nmol/mg. Kadar MT tertinggi adalah pada Pantai kenjeran diikuti oleh Pantai Ngemboh dan yang terakhir adalah pada Pantai Banyu urip. Hal ini disebabkan

karena adanya perbedaan kandungan logam berat pencemar Pb, Cd dan Hg pada tiap-tiap lokasi penelitian yang mana berdasarkan penjelasan pada sub bab sebelumnya kandungan logam berat tertinggi pada organ lambung kerang hijau (*Perna viridis* L.) didominasi oleh Pantai Kenjeran. Palar (2012) menyatakan bahwa protein thionein dapat membentuk ikatan dengan berbagai logam, dimana ikatan antara protein thionein dan logam berat membentuk metallothionein. Menurut Ringwood *et al.* (2004), MT dengan polutan logam berat memiliki hubungan positif. Kontaminan logam berat dapat mengakibatkan kerusakan sistemik suatu organisme dan mengakibatkan meningkatnya produksi MT. Dengan kata lain, biomarker metallothionein akan muncul pada perairan yang terkontaminasi logam berat seperti Pb, Cd dan Hg.

Santosa (2003) berpendapat bahwa metallothionein merupakan sistem utama yang dimiliki oleh tubuh organisme dalam mendetoksifikasi logam berat seperti Hg, Pb dan logam berat lainnya. Selain itu, faktor lingkungan terutama suhu, salinitas, pH dan adanya cemaran logam berat juga berpengaruh terhadap sintesis MT pada kerang hijau (*Perna viridis* L.). Damiens *et al.* (2006), menyatakan bahwa konsentrasi MT lebih tinggi pada suhu yang lebih tinggi. Abdelmigid *et al.* (2014) juga menambahkan, metallothionein dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu seperti periode pematangan gonad, fluktuasi suhu lingkungan, waktu pemaparan dan konsentrasi ambang batas polutan.

#### 4.4 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air memiliki peran yang sangat penting dalam lingkungan perairan, selain sebagai media hidup yakni pertumbuhan dan perkembangan biakan bagi organisme yang hidup di air maupun yang hidup disekitar lingkungan perairan. Kualitas air sangat menentukan kondisi kesehatan biota-biota dalam perairan serta kemampuannya untuk beradaptasi. Pada

penelitian ini parameter kualitas air yang diukur yaitu parameter fisika yakni meliputi suhu dan salinitas, dan parameter kimia yang meliputi derajat keasaman (pH) dan oksigen terlarut (DO). Data hasil Pengukuran kualitas air Pantai Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Parameter Kualitas air Pantai Ngemboh, Pantai banyu urip dan pantai Kenjeran

No	Parameter	Ngemboh	Banyu Urip	Kenjeran	Baku Mutu (Kep.Men LH no.51 Tahun 2004)
1	Suhu (°C)	31	31-32	32	28-32
2	Salinitas (‰)	26	26	25	≤ 34
3	pH	8.07	8.5	7.98	7-8,5
4	DO (mg/l)	7.22	4.2	5.9	> 5

#### 4.4.1 Parameter Fisika

##### a. Suhu

Suhu merupakan faktor penting bagi kehidupan organisme perairan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas maupun perkembangbiakan dari organisme tersebut. Dari pengukuran suhu di tiga lokasi pengambilan sampel diperoleh kisaran suhu rata-rata yang hampir sama yakni sekitar 31°-32°C. Kisaran suhu pada ketiga Pantai ini masih dalam kategori normal menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 kisaran suhu untuk biota laut yakni berkisar 28° - 32°C. Suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang sangat menentukan kelangsungan hidup organisme perairan. Suhu perairan juga mempengaruhi proses kelarutan akan logam-logam berat yang masuk ke perairan, dalam hal ini semakin tinggi suatu suhu perairan kelarutan logam berat akan semakin tinggi.

Suhu adalah parameter lingkungan yang sangat penting karena mempengaruhi sifat fisika kimia perairan. Semakin tinggi suhu air, daya toksisitas logam semakin meningkat, sebaliknya semakin rendah suhu air maka daya toksisitas logam juga menurun (Darmono, 2001). Selain itu Suhu merupakan



salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke laut (Simanjuntak, 2009). Suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari (Makmur *et al.*, 2013).

#### **b. Salinitas**

Hasil pengukuran nilai salinitas pada ketiga lokasi penelitian sebesar 26 ppt untuk pantai Ngemboh, 26 ppt untuk pantai Banyu Urip dan 25 ppt untuk pantai Kenjeran. Berdasarkan data tersebut maka kisaran nilai salinitas pada ketiga lokasi penelitian masih memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kepmen LH No.51 Tahun 2004 yakni berkisar  $\leq 34\%$ . Yulinda (2011), menyatakan bahwa salinitas dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Sedangkan menurut Bangun (2005), peningkatan nilai salinitas mempunyai pengaruh negatif terhadap konsentrasi logam berat, semakin tinggi salinitas maka konsentrasi logam berat akan semakin rendah.

Pada kadar garam atau salinitas yang semakin tinggi maka daya toksisitas logam akan semakin menurun dan sebaliknya (Darmono, 2001). Kenaikan suhu, penurunan pH dan penurunan salinitas perairan dapat menyebabkan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar (Waldichuk, 1974). Faktor yang mempengaruhi tingkat akumulasi logam berat adalah kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH dan salinitas (Rudiyanti, 2007).

#### 4.4.2 Parameter Kimia

##### a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju reaksi beberapa bahan dalam air, tidak semua makhluk hidup bisa bertahan dengan perubahan nilai pH. Menurut KepMen LH No.51 Tahun 2004 kisaran pH untuk biota perairan yaitu 7-8,5. Berdasarkan hal tersebut, maka kisaran pH di ketiga lokasi penelitian digolongkan masih baik serta dapat mendukung kehidupan organisme yang hidup didalamnya.

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar terhadap tumbuhan dan hewan air. pH merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan ambang batas berbagai racun dan kisaran pH tergantung dari berbagai faktor antara lain suhu, konsentrasi dari oksigen terlarut. Menurut Yulinda (2011), 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.

Nilai pH berpengaruh terhadap toksisitas suatu senyawa kimia. Toksisitas logam berat memperlihatkan peningkatan pada pH rendah dan berkurang dengan meningkatnya pH. Nilai pH berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas. Pada  $\text{pH} < 5$ , alkalinitas dapat mencapai 0. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap pertumbuhan pH dan menyukai nilai pH 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan. Toksisitas logam dapat memperlihatkan peningkatan pH rendah (Effendi, 2003).

##### b. Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Barus (1996), Dissolved Oxygen (DO) merupakan banyaknya oksigen terlarut ke dalam suatu perairan. Oksigen terlarut merupakan suatu



faktor yang sangat penting di dalam ekosistem perairan, terutama sekali dibutuhkan untuk respirasi bagi sebagian besar organisme. Dari hasil pengukuran DO di tiga perairan didapatkan nilai DO pada Pantai Ngemboh berada pada kisaran 6.16 – 8.12 mg/l pada Pantai Banyu Urip kisaran nilai DO adalah sebesar 3.5 – 5 mg/l dan yang terakhir pada pantai Kenjeran kisaran nilai DO adalah sebesar 5.6-6.3 mg/l. Pada perairan pantai Ngemboh dan pantai Kenjeran kondisi DO sudah sesuai dengan Keputusan Menteri LH No.51 Tahun 2004 bahwa nilai DO yang memenuhi baku mutu adalah >5 mg/l. sedangkan pada pantai Banyuurip kondisi DO sedikit berada di bawah baku mutu hal ini mungkin dikarenakan pada Pantai Ngemboh keadaan belum begitu tercemar sehingga lebih banyak organisme hidup di sana yang pada pagi hari memanfaatkan oksigen, sehingga oksigen pada perairan tersebut sedikit pada pagi hari.

Pengaruh oksigen terlarut terhadap logam berat yaitu berbanding terbalik dimana semakin rendah kadar oksigen terlarut, semakin tinggi toksisitas logam berat, begitu juga sebaliknya. Namun pada perairan yang diperuntukkan untuk perikanan sebaiknya kadar oksigen tidak kurang dari 5 mg/liter (Wahyuni *et al.*, 2013). Adanya logam berat dalam tubuh organisme akan mengganggu sintesis Hb, sehingga proses pengikatan oksigen terganggu. Jika sintesis Hb dihambat maka kemampuan untuk mengikat oksigen juga semakin kecil, oksigen dibutuhkan tubuh untuk metabolisme (Yulaipi *et al.*, 2013).