

**KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Hg, Pb dan Cd PADA TUBUH TIRAM
(*Crassostrea sp*) DARI PERAIRAN PESISIR GRESIK, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

ANNISA' BIAS CAHYANURANI

NIM. 105080100111026



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2014

repository.ub.ac.id

**KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Hg, Pb dan Cd PADA TUBUH TIRAM
(*Crassostrea sp*) DARI PERAIRAN PESISIR GRESIK, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**ANNISA' BIAS CAHYANURANI
NIM. 105080100111026**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2014

SKRIPSI

KAJIAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Hg, Pb dan Cd PADA TUBUH TIRAM
(*Crassostrea sp*) DARI PERAIRAN PESISIR GRESIK, JAWA TIMUR

Oleh:

ANNISA' BIAS CAHYANURANI
NIM. 105080100111026

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 12 Maret 2014
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS
NIP. 19600505 198601 1 004

Tanggal :

Dosen Penguji II

Ir. Herawati Umi S., MS
NIP. 19520402198003 2 001

Tanggal :

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si
NIP. 19730702 20051 2 001

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP

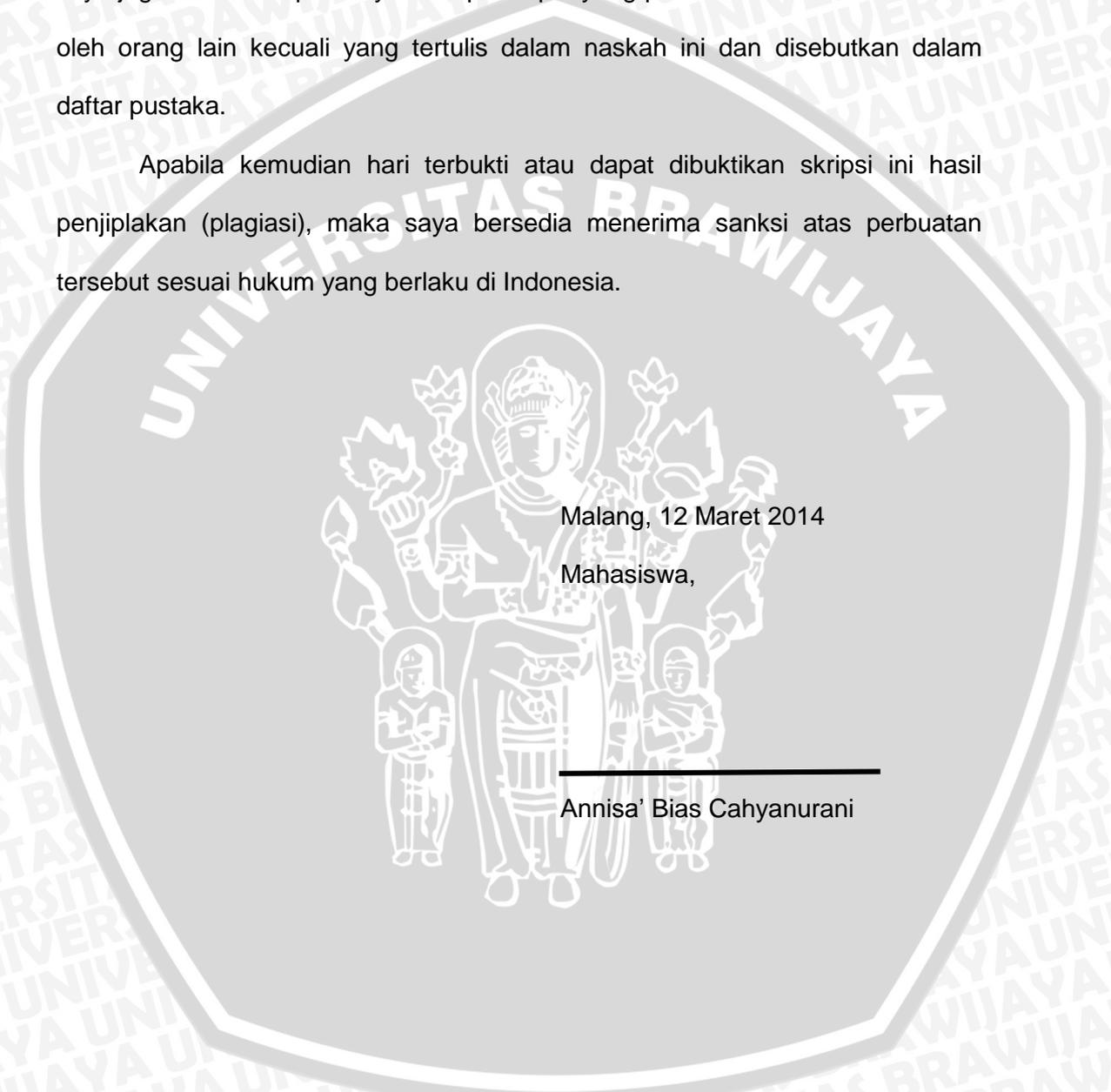
Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 12 Maret 2014

Mahasiswa,

Annisa' Bias Cahyanurani

UCAPAN TERIMA KASIH

Begitu banyak bantuan yang penulis peroleh dalam penyusunan Skripsi ini dan akhirnya penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

- ✚ Bapak, R. Hariyanto dan Ibu, Minil Jamilah yang tidak henti-hentinya memberi dukungan dan memotivasi saya untuk terus menuntut ilmu serta mendoakan agar perjalanan saya dalam menuntut ilmu selalu diberi kemudahan dan keberkahan oleh Allah SWT.
- ✚ Adik-adikku, Abdillah Dian Ardhi dan Dinillah Fitria Sani yang tak pernah henti memberi do'a dan dukungan.
- ✚ Ibu Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MSc dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.Si selaku pembimbing yang dengan kesabarannya telah bersedia memberikan waktu yang sangat berharga untuk membimbing, mengarahkan, mengoreksi dan memotivasi penulis hingga terselesaikannya laporan ini.
- ✚ Bapak Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MSc dan Ibu Herawati Umi S., MSc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini.
- ✚ Rekan-rekan BIVALVIA TEAM, Mbak Nuriyani, Mas Indra, Dyvan, Ainun, Toto, Mubin, Firman, Diah dan Ramli atas kerjasama dan bantuannya selama penelitian Skripsi ini

- ✦ Sahabat – sahabat terbaikku, Yesi Adi Pratiwi, Yusnita dan Arik Setyorini atas motivasi dan semangatnya untuk sama-sama berjuang menyelesaikan studi di FPIK tercinta. Semoga perjalanan kita selalu diberkahi-Nya dan senantiasa bermanfaat.
- ✦ Rekan-rekan Manajemen Sumberdaya Perairan angkatan 2010 (ULTRAŞ) atas semua bantuannya selama ini, tempat berbagi suka dan duka selama menjalani studi di FPIK.
- ✦ Teman-teman asisten Kimia Dasar, Ichtyologi dan Fisiologi Hewan Air atas semua pengalaman yang diberikan. Semoga kita tetap terus bisa berbagi ilmu.
- ✦ Teman-teman Himpunan Manajemen Sumberdaya Perairan (HUMANERA) yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengabdikan dan belajar disana.
- ✦ Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah turut berperan dalam terselesaikannya laporan ini.

Malang, 12 Maret 2014

Penulis

RINGKASAN

ANNISA' BIAS CAHYANURANI. Skripsi tentang Kajian Kandungan Logam Berat Hg Pb dan Cd pada Tubuh Tiram (*Crassostrea sp*) dari Perairan Pesisir Gresik, Jawa Timur. (di bawah Bimbingan **Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS dan Dr. Yuni Kilawati, S.Pi., M.si**)

Perairan pesisir Gresik diduga mulai tercemar oleh logam berat yang berasal dari berbagai aktivitas manusia baik di daratan maupun lautan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi perairan pesisir Gresik melalui kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tiram, perairan dan sedimen serta membandingkan dan mendeskripsikan hasilnya dari 2 lokasi pengamatan, yaitu Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo dan area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek pada bulan November 2013. Metode penelitian yang digunakan ialah metode survei dan analisis data secara deskriptif.

Kadar logam berat pada *Crassostrea iredalei* di PPI Campurejo, yaitu Hg $0,360 \pm 0,0346$ ppm, Pb $0,393 \pm 0,0702$ ppm dan Cd $0,086 \pm 0,0257$ ppm dan di area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek, yaitu Hg $0,217 \pm 0,0550$ ppm, Pb $0,710 \pm 0,0458$ ppm dan Cd $0,190 \pm 0,0180$ ppm. Kadar logam berat pada *Crassostrea glomerata* di PPI Campurejo, yaitu Hg $0,200 \pm 0,0346$ ppm, Pb $0,580 \pm 0,0600$ ppm dan Cd $0,052 \pm 0,0106$ ppm dan di area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek, yaitu Hg $0,143 \pm 0,0288$ ppm, Pb $0,837 \pm 0,01331$ ppm dan Cd $0,081 \pm 0,0181$ ppm. Rata – rata kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tubuh kedua jenis tiram ini masih berada di bawah ambang batas menurut Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 tentang cemaran kandungan logam berat maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu berturut-turut untuk Hg, Pb dan Cd adalah 1,0 ppm, 1,5 ppm dan 1,0 ppm.

Kadar logam berat pada perairan di PPI Campurejo, yaitu Hg $0,058 \pm 0,0121$ ppm, Pb $0,052 \pm 0,0055$ ppm dan Cd $0,025 \pm 0,0020$ ppm dan di area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek, yaitu Hg $0,047 \pm 0,0057$ ppm, Pb $0,076 \pm 0,0055$ ppm dan Cd $0,038 \pm 0,0040$ ppm. Kandungan Hg, Pb dan Cd pada 2 lokasi pengamatan telah berada di atas ambang batas menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat di perairan, khususnya untuk biota laut, yaitu berturut-turut untuk Hg, Pb dan Cd adalah 0,001 ppm, 0,008 ppm dan 0,001 ppm.

Kadar logam berat pada sedimen di PPI Campurejo, yaitu Hg $3,417 \pm 0,4289$ ppm, Pb $4,040 \pm 0,3915$ ppm dan Cd $0,243 \pm 0,0256$ ppm dan di area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek, yaitu Hg $2,923 \pm 0,2498$ ppm, Pb $7,360 \pm 0,6085$ ppm dan Cd $0,453 \pm 0,0465$ ppm. Kandungan rata – rata Hg di PPI Campurejo dan area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek mengindikasikan telah tercemar ringan Hg karena nilai konsentrasi Hg $>1,6$ ppm. Rata – rata kandungan logam berat Pb dan Cd masih di bawah level target dimana pada level target konsentrasi maksimum untuk Pb dan Cd berturut-turut adalah 85 ppm dan 0,8 ppm sehingga Pb dan Cd pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan menurut *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997). Secara umum parameter kualitas air seperti suhu ($29,5^{\circ}$ dan $30,1$ C), pH (7,88 dan 7,3), salinitas (35 dan 34 ppt), DO (13,3 dan 9,6 mg/l) dan TOM (5,056 dan 15,168

mg/l) tergolong normal dan baik untuk mendukung kehidupan organisme perairan.

Kondisi di pesisir Gresik, Kecamatan Panceng sudah tercemar oleh logam berat Hg, Pb dan Cd dan perlu diwaspadai, karena kandungan ketiga logam berat tersebut di perairan telah berada di atas ambang batas. Keadaan ini tentunya akan turut mempengaruhi kandungan logam berat di sedimen maupun tiram (*Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*) yang dapat terus meningkat seiring waktu, meskipun berdasarkan penelitian kandungan logam berat di sedimen maupun pada tiram masih berada pada level yang aman.

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi perairan pesisir Gresik yang sudah tercemar logam berat Hg, Pb dan Cd membutuhkan adanya upaya pengendalian aktivitas masyarakat dengan melibatkan seluruh *stakeholder* terkait, seperti pelarangan pembuangan limbah industri, limbah rumah tangga maupun limbah aktivitas pelabuhan yang mengandung logam berat secara sembarangan di sekitar pesisir. Diperlukan pula adanya kegiatan monitoring kualitas air khususnya logam berat di perairan Pesisir Gresik oleh pemerintah daerah minimal dilakukan setahun sekali. Upaya pembatasan konsumsi tiram melalui kegiatan sosialisasi kepada masyarakat sekitar Pesisir Gresik terkait batasan konsumsi tiram/kerang per minggu dan lain-lain. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai interaksi antar logam Hg, Pb dan Cd terhadap tiram, laju penyerapan logam berat oleh tiram untuk memprediksi pencemaran logam berat serta peranan kualitas air terhadap logam berat di dalam tubuh tiram.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **"Kajian Kandungan Logam Berat Hg, Pb Dan Cd pada Tubuh Tiram (*Crassostrea sp*) dari Perairan Pesisir Gresik, Jawa Timur"** ini. Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Skripsi ini mengkaji tentang kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tubuh tiram yang merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder* dan mempunyai toleransi yang besar terhadap tekanan ekologis yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai organisme indikator. Penelitian ini dilakukan di perairan pesisir Gresik tepatnya di Kecamatan Panceng yang merupakan pusat penangkapan dan budidaya berbagai jenis bivalvia maupun ikan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir perairan di kawasan ini ditengarai mulai tercemar logam berat dari berbagai aktivitas manusia yang ada disekitarnya baik yang bersumber dari daratan maupun laut terutama dengan adanya aktivitas pelabuhan sehingga diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui kondisi di perairan tersebut berdasarkan kandungan logam beratnya terutama Hg, Pb dan Cd.

Sangat disadari bahwa dengan keterbatasan yang dimiliki penulis, masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, Maret 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	
1.1 .Latar Belakang	1
1.2 .Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan	5
1.4 Kegunaan	5
1.5 Tempat dan Waktu	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Berat	7
2.1.1 Merkuri (Hg)	8
2.1.2 Timbal (Pb)	11
2.1.3 Kadmium (Cd).....	13
2.2 Logam Berat dalam Perairan	15
2.3 Logam Berat dalam Sedimen.....	16
2.4 Tiram	17
2.4.1 Biologi Tiram	18
2.4.2 Mekanisme Penyerapan Logam di Tiram	19
2.5 Aktivitas Manusia	21
2.6 Definisi Lingkungan Pesisir dan Pemanfaatannya.....	22
2.7 Parameter Kualitas Air	24
2.7.1 Suhu	24
2.7.2 Derajat Keasaman (pH).....	25
2.7.3 Salinitas	26
2.7.4 Oksigen Terlarut (DO).....	27
2.7.5 TOM.....	28



III. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan	30
3.3 Metode Penelitian	30
3.4 Lokasi Sampling.....	32
3.5 Teknik Pengambilan Sampel.....	34
3.6 Pengukuran Kadar Hg, Pb dan Cd pada Tiram	35
3.7 Analisis Parameter Kualitas Air	35
3.7.1 Parameter Fisika	36
3.7.2 Parameter Kimia	38
3.8 Analisis Data	41

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	43
4.1.1 Perairan Pesisir Kecamatan Panceng	43
4.1.2 Deskripsi Stasiun	44
4.2 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada Air Laut	45
4.3 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di Sedimen.....	48
4.4 Jenis Tiram di Perairan Pesisir Gresik, Kecamatan Panceng.....	52
4.4.1 Karakteristik <i>Crassostrea iredalei</i>	53
4.4.2 Karakteristik <i>Crassostrea glomerata</i>	55
4.5 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di <i>Crassostrea iredalei</i>	56
4.6 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di <i>Crassostrea glomerata</i>	59
4.7 Perbandingan Kadar Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada <i>C.iredalei</i> dan <i>C.glomerata</i>	61
4.8 Analisis Kualitas Air	64

V. KESIMPULAN DAN SARAN

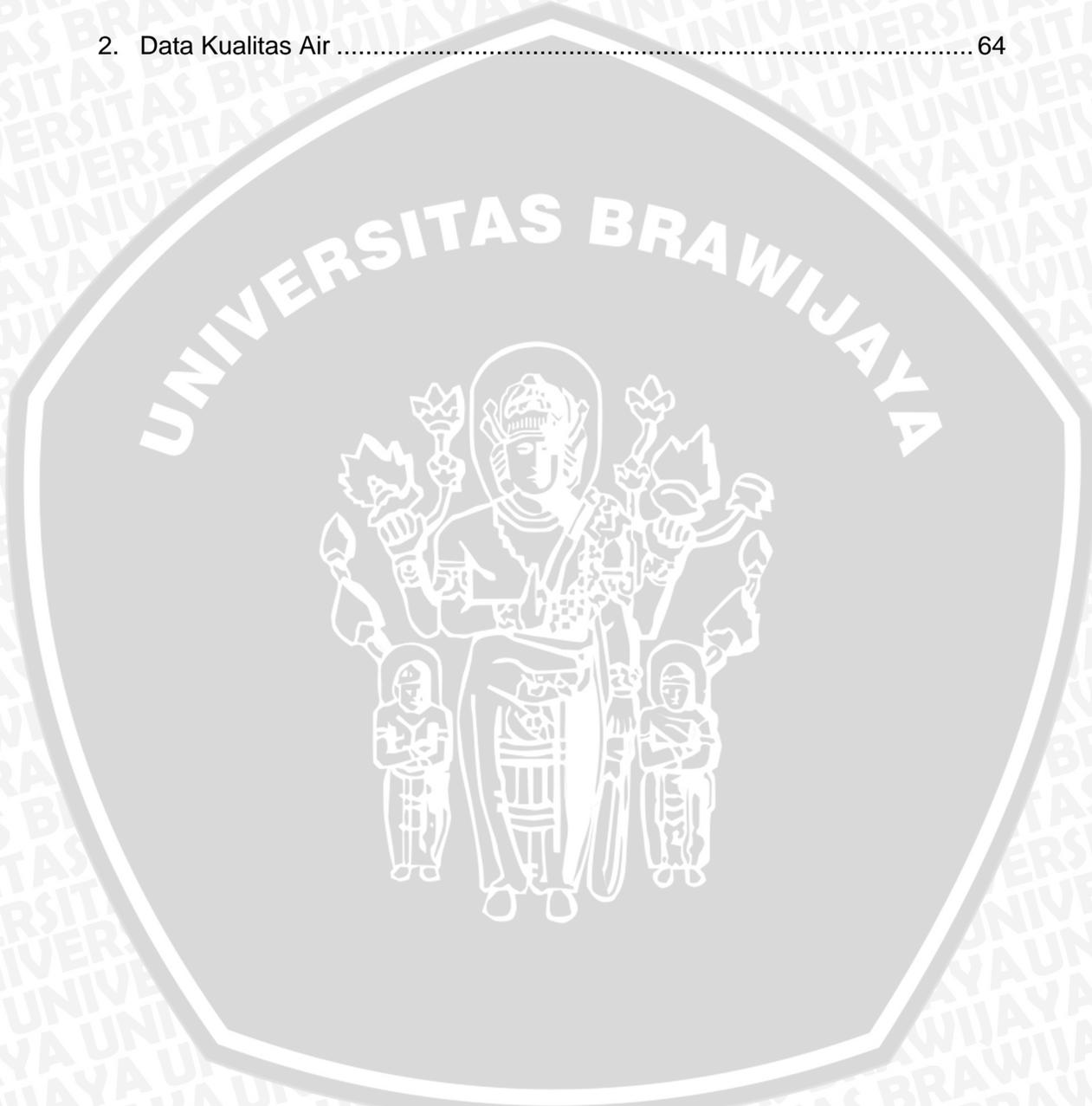
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70

DAFTAR PUSTAKA.....	71
---------------------	----

LAMPIRAN	78
----------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Parameter, Alat dan Bahan Penelitian.....	30
2. Data Kualitas Air	64

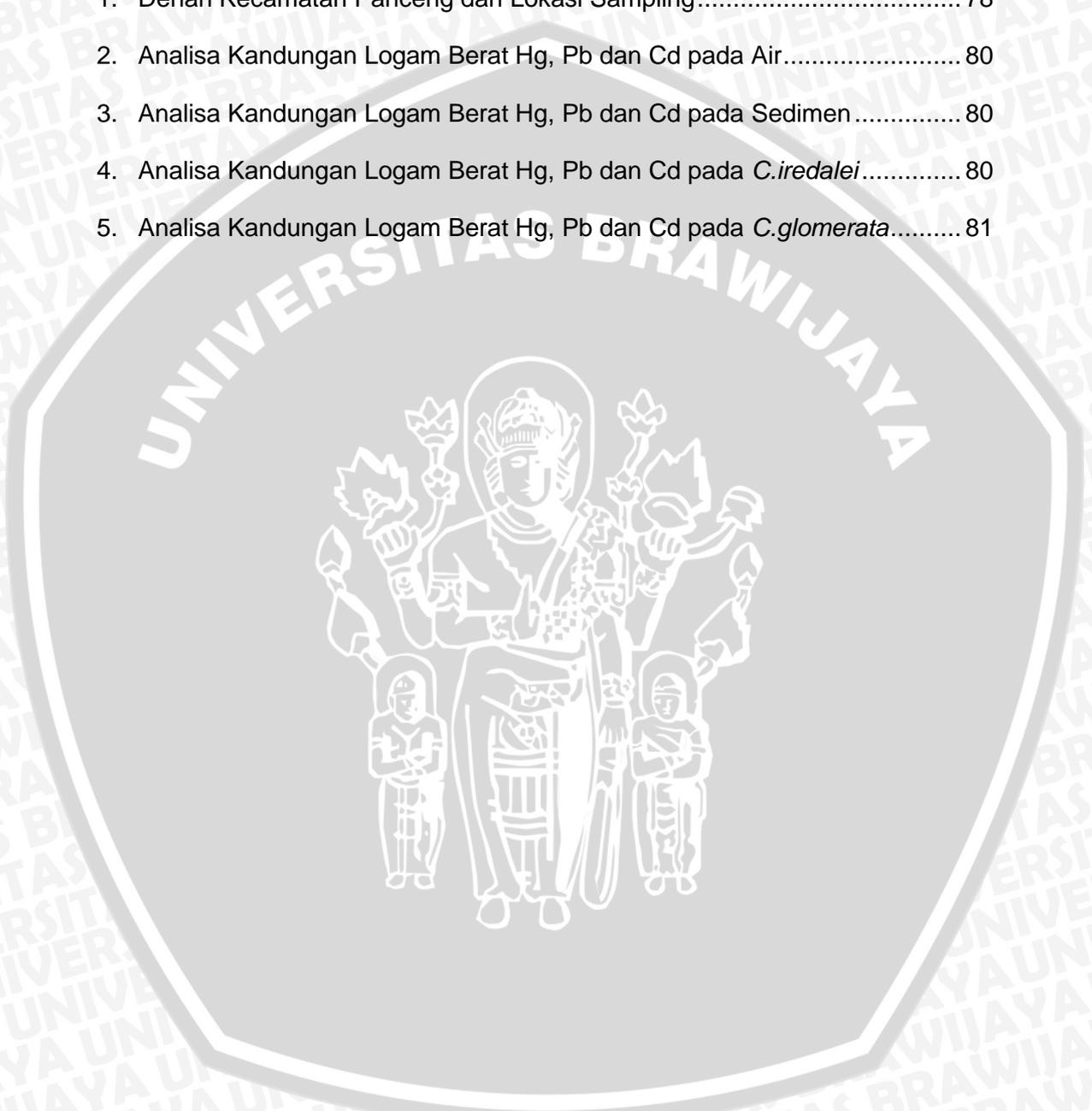


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Perumusan Masalah	4
2. Perbedaan Daerah Umbo pada Spesies Tiram (Angell, 1986)	18
3. Bentuk umum Tiram (Galtsoff, 1964).....	19
4. Lokasi Pengamatan Stasiun 1 (PPI Campurejo).....	33
5. Lokasi Pengamatan Stasiun 2 (Area Sekitar Tempat Pendaratan Kerang di Dusun Mojokopek).....	34
6. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di Air pada Stasiun 1 dan 2.....	45
7. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di Sedimen pada Stasiun 1 dan 2.....	48
8. Morfologi Luar dan Dalam <i>C. iredalei</i> (dokumentasi pribadi, 2013).....	53
9. Morfologi Luar <i>C. iredalei</i> (Idris, 2006)	53
10. Morfologi Dalam <i>C. iredalei</i> (Idris, 2006)	54
11. Morfologi Luar dan Dalam <i>C. glomerata</i> (dokumentasi pribadi, 2013)	55
12. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di <i>C.iredalei</i> pada Stasiun 1 dan 2.....	57
13. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di <i>C.glomerata</i> pada Stasiun 1 dan 2.....	59
14. Perbandingan Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di dalam tubuh <i>C.glomerata</i> dan <i>C.iredalei</i> pada Stasiun 1 dan 2	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Denah Kecamatan Panceng dan Lokasi Sampling.....	78
2. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada Air.....	80
3. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada Sedimen.....	80
4. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada <i>C.iredalei</i>	80
5. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada <i>C.glomerata</i>	81



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan kawasan pesisir seringkali menghasilkan limbah bahan pencemar yang dapat membahayakan kehidupan perairan laut. Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan akan mengakibatkan tekanan terhadap lingkungan perairan semakin meningkat sehingga pada suatu saat dapat melampaui keseimbangan air laut, yang akan mengakibatkan sistem perairan menjadi tercemar (Haryoto, 2004; Wiryawan, *et al.*, 1999 dalam Amriani, 2011).

Salah satu aktivitas utama di wilayah pesisir adalah aktivitas pelabuhan sebagai sarana pendukung transportasi dan aktivitas lainnya seperti kegiatan sistem bisnis perikanan yang digunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, dan bongkar muat ikan atau hasil perikanan lainnya. Adanya aktivitas ini menjadikan lingkungan perairan pelabuhan sangat potensial terjadi kontaminasi. Menurut Mukhsor (2002), pencemaran pesisir dan laut dapat bersumber dari laut itu sendiri (*marine based pollution*), atau dapat pula bersumber dari daratan (*land based pollution*). Kegiatan di daratan dapat berupa limbah industri di kawasan pelabuhan serta limbah padat dan cair domestik yang terbawa aliran sungai yang bermuara di sekitar pelabuhan, sedangkan kegiatan di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut adalah perkapalan (*shipping*), dumping di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*mining*), eksplorasi dan eksploitasi minyak (*oil exploration and exploitation*), budidaya laut (*marine culture*) dan perikanan (*fishing*) (KNLH, 2007).

Perairan pesisir Gresik, Jawa Timur merupakan kawasan yang potensial untuk dikembangkan di sektor perikanan. Salah satunya adalah di Kecamatan Panceng yang merupakan pusat penangkapan dan budidaya berbagai jenis

bivalvia maupun ikan. Namun, ditengarai dalam beberapa tahun terakhir ini perairan pesisir Gresik mulai terancam kontaminasi logam berat yang diduga berasal dari aktivitas masyarakat di daratan maupun di laut, salah satunya aktivitas pelabuhan.

Keberadaan pelabuhan dan tempat pendaratan ikan maupun bivalvia di daerah ini tentunya membawa dampak ke lingkungan perairan dimana dengan semakin meningkatnya jumlah kapal yang datang ke suatu pelabuhan, maka semakin besar beban kontaminasi limbah yang akan diterima pelabuhan ditambah lagi adanya pencemaran yang bersumber dari daratan. Kota Gresik yang merupakan kota industri dengan banyaknya pabrik-pabrik besar, seperti Pabrik Semen Gresik, Industri Pupuk Petrokimia, Pabrik Elektronik Maspion dan masih banyak lagi tentunya turut menyumbang polutan ke perairan pesisir. Selain itu, mengacu pada penelitian Basalmah (2006), yang dilakukan pada bulan Desember 2005 (8 tahun yang lalu) di Perairan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik diketahui telah mengandung logam berat Hg dalam air meskipun dalam kadar yang kecil, yaitu lebih kecil dari 0,001 mg/l sementara itu, kandungan logam berat Cd, yaitu lebih kecil dari 0,001 mg/l menunjukkan bahwa keduanya masih di bawah baku mutu namun kadar logam berat Pb pada waktu itu telah menunjukkan kisaran 0,017 – 0,034 mg/L yang artinya sudah melebihi standar baku mutu yang ditetapkan.

Jika dibandingkan dengan sekian banyak jenis pencemaran lingkungan pesisir dan laut, logam berat merupakan salah satu pencemaran yang sangat berbahaya karena sifatnya yang tidak mudah diuraikan. Logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mencemari laut. Selain mencemari air, logam berat juga akan mengendap di dasar 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

melalui beberapa jalan yaitu: melalui saluran pernapasan, saluran makanan dan melalui kulit (Darmono, 2001). Menurut Waldichuk (1974) dalam Fajri (2001), diantara semua logam berat, Hg dan Cd menduduki urutan pertama dan kedua dalam hal racunnya diikuti oleh logam berat lainnya, yaitu perak (Ag), nikel (Ni), timbal (Pb), kromium (Cr), timah (Sn) dan seng (Zn). Selain itu, menurut Laws (1993), berdasarkan kegunaannya golongan logam berat yang sama sekali belum diketahui manfaatnya bagi organisme perairan antara lain Hg, Cd dan Pb. Ditinjau dari aspek kesehatan masyarakat Hg, Cd dan Pb termasuk logam berat yang paling berbahaya untuk organisme laut, toksisitas Cu dan Ag akan meningkat dengan adanya Hg (Bryan, 1985 dalam Palar, 1994).

Pencemaran logam berat yang sangat berbahaya di perairan memerlukan adanya kegiatan pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut. Untuk penelitian kontaminasi logam berat dari organisme yang menetap, spesies bivalvia secara khusus telah digunakan sebagai organisme indikator biologi karena sifatnya yang *filter feeder* dan mempunyai toleransi yang besar terhadap tekanan ekologis yang tinggi (Hasim, 2003; Apriadi, 2005). Tiram yang tergolong dalam kelas bivalvia merupakan organisme *filter feeder* yang efektif untuk mengurangi konsentrasi logam berat karena mempunyai kemampuan mengakumulasi zat tersebut di tubuhnya jauh di atas dari yang terkandung di perairan sekitarnya (Wulandari, 2011; Fajri, 2001).

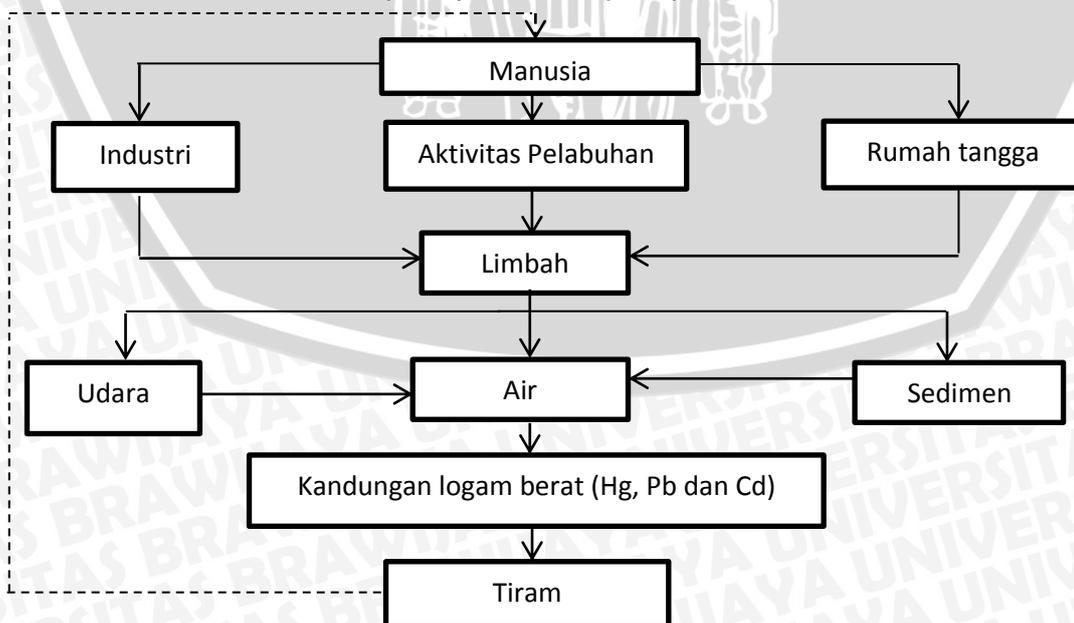
Adanya fenomena di atas menjadi alasan perlunya mengadakan penelitian lebih lanjut tentang kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tubuh tiram yang ditemukan di Perairan Pesisir Gresik tepatnya di Kecamatan Panceng, yaitu di pelabuhan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo dan area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Wonorejo (Mojokopek) yang mewakili aktivitas pelabuhan dengan karakteristik yang berbeda antara keduanya

yaitu ditinjau dari jumlah kapal yang berlabuh maupun pengaruh bahan pencemar dari daratan.

1.2 Rumusan Masalah

Perairan pesisir Gresik salah satunya meliputi Kecamatan Panceng yang merupakan pusat penangkapan dan budidaya berbagai jenis bivalvia maupun ikan. Namun, dalam beberapa tahun terakhir perairan di kawasan ini ditengarai mulai tercemar logam berat dari berbagai aktivitas manusia yang ada disekitarnya baik yang bersumber dari daratan maupun laut terutama dengan adanya aktivitas pelabuhan, seperti pembuangan limbah sisa bahan bakar, penggunaan cat kapal yang mengandung logam berat dan lain - lain. Logam berat, seperti Hg, Pb dan Cd termasuk bahan pencemar yang dihasilkan dari kegiatan yang disebutkan di atas dan merupakan sumber pencemar bagi lingkungan (udara, air dan sedimen). Tiram merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder* dan mempunyai toleransi yang besar terhadap tekanan ekologis yang tinggi dapat dijadikan sebagai organisme indikator.

Perumusan masalah dapat dijelaskan seperti pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Bagan alir masalah

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menambah ilmu pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah melalui penelitian di lapang mengenai kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada perairan, sedimen, dan tiram yang ditemukan di perairan pesisir Gresik, Jawa Timur.

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tiram yang ditemukan di perairan pesisir Gresik, Jawa Timur.
2. Mengetahui kondisi perairan dan sedimen pesisir Gresik, Jawa Timur melalui kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd.
3. Membandingkan dan mendeskripsikan kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd di tiram, air dan sedimen dari 2 lokasi pengamatan, yaitu Pelabuhan PPI Campurejo, Desa Campurejo dan tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Wonorejo (Mojokopek), Desa Dalegan.

1.4 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini antara lain, yaitu untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tiram, perairan dan sedimen dari perairan pesisir Gresik, Jawa Timur serta sebagai bahan informasi untuk penelitian lebih lanjut. Selain itu, sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan pengelolaan ekosistem perairan melalui upaya pengendalian aktivitas masyarakat dan penentuan kebijakan dalam perencanaan pengelolaan perairan pesisir khususnya bagi Pemerintah Kota dan Kabupaten Gresik.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di perairan pesisir Gresik, Kecamatan Panceng tepatnya di Pelabuhan PPI Campurejo, Desa Campurejo dan tempat pendaratan

kerang milik warga di Dusun Wonorejo (Mojokopek), Desa Dalegan pada bulan November 2013. Analisis kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) dan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Ilmu – Ilmu Perairan (IIP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat menurut Connel dan Miller (2006), adalah unsur logam dengan berat molekul yang tinggi, memiliki densitas lebih dari 5 gr/cm^3 dan mempunyai nilai atom lebih besar dari 21 serta terletak di bagian tengah daftar periodik. Selain itu, memiliki karakter yang lunak, berkilau, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi serta bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi dengan asam.

Pada dasarnya, logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lainnya hanya saja perbedaannya terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup. Semua logam berat dapat dikatakan sebagai bahan beracun yang akan meracuni makhluk hidup, akan tetapi adapula logam-logam yang dibutuhkan tubuh meskipun dalam jumlah yang sangat kecil (logam esensial) dimana apabila kebutuhan yang sangat kecil tersebut tidak terpenuhi dapat berakibat fatal terhadap kelangsungan makhluk hidup. Bila logam-logam esensial yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang berlebihan, maka berubah fungsi menjadi racun (Fardiaz, 1992).

Sanusi (2006) juga mengemukakan bahwa logam berat di perairan terdiri atas logam berat esensial dan non esensial. Logam berat yang sering mencemari lingkungan atau non esensial adalah Hg, Zn, Cd, As, dan Pb. Selain logam berat non esensial (Hg, Zn, Cd, As, dan Pb) terdapat juga logam berat bersifat esensial dimana logam berat ini dibutuhkan dalam pembentukan haemosianin dalam darah dan sistem enzimatik, misalnya Cr, Ni, Cu, dan Zn.

Logam berat memiliki tingkat atau daya racun yang berbeda tergantung pada jenis, sifat kimia dan fisik logam berat. Kementerian Negara Kependudukan dan

Lingkungan Hidup tahun 1990 *dalam* Sarjono (2009) membagi kelompok logam berat berdasarkan sifat toksisitas dalam 3 kelompok, yaitu:

1. Bersifat toksik tinggi: terdiri atas unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn;
2. Bersifat toksik sedang: terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni, dan Co; dan
3. Bersifat toksik rendah: terdiri atas unsur Mn dan Fe

Sementara itu, Sutamihardja, *et al.* (1982) mengurutkan tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air berdasarkan sifat kimia dan fisiknya, maka dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) sebagai berikut: merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co). sedangkan menurut Darmono (1995) urutan toksisitas logam paling tinggi ke paling rendah terhadap manusia yang mengkonsumsi ikan adalah sebagai berikut $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Ag^{2+} > Ni^{2+} > Pb^{2+} > As^{2+} > Cr^{2+} > Sn^{2+} > Zn^{2+}$.

2.1.1 Merkuri (Hg)

Merkuri adalah salah satu unsur kimia yang mempunyai nomor atom 80, berat atom 200,61 dan jari-jari atom 1,48 Å. Merkuri merupakan satu-satunya unsur logam yang berbentuk cair pada suhu kamar (25°C) dan sangat mudah menguap, membeku pada suhu -38,87°C dan mendidih pada suhu 356,9°C. Warnanya tergantung pada bentuk fasanya. Fasa cair berwarna putih perak, sedangkan fasa padat berwarna abu-abu. Densitas merkuri yaitu 13,55 gr/cm³ merupakan densitas yang tertinggi dari semua benda cair. Tegangan permukaannya juga sangat tinggi yaitu 547 dine bila dibandingkan dengan air (73 dine) atau alkohol (22 dine) (Hutagalung, 1985).

Merkuri (Hg) berbentuk cair keperakan pada suhu kamar. Merkuri membentuk beberapa persenyawaan baik anorganik (misalnya oksida, klorida, dan nitrat) maupun organik. Merkuri dapat menjadi senyawa anorganik melalui oksidasi dan kembali menjadi unsur Hg melalui reduksi. Merkuri anorganik

menjadi merkuri organik melalui kerja bakteri anaerobik tertentu dan senyawa ini secara lambat berdegradasi menjadi merkuri anorganik. Merkuri mempunyai titik leleh 37,87 dan titik didih 35,0°C. Produksi air raksa diperoleh terutama dari biji sinabar (HgS) (86,2% air raksa). Salah satu cara melalui pemanasan biji dengan suhu 800°C menggunakan O₂ (udara) (Fardiaz, 1992).

Di perairan alami logam berat merkuri terdapat dalam bentuk Hg, Hg⁺ dan Hg²⁺ yang ditentukan oleh kondisi reduksi atau oksidasi. Perairan dengan oksigen terlarut cukup baik ($E_h \geq 0,5$ mV) menyebabkan Hg²⁺ yang terlarut menjadi dominan. Dalam keadaan reduksi atau fakultatif akan terbentuk Hg dan Hg⁺, dan apabila terdapat sulfid akan terbentuk senyawa HgS (Sanusi, 2006).

Kelarutan merkuri di perairan laut dalam bentuk HgCl₄ dan HgCl₃ dengan klorida yang dominan. Merkuri tidak hanya larut dalam air tetapi juga akan terabsorpsi oleh partikel – partikel tersuspensi. Dalam substrat anoksida, merkuri ada dalam bentuk HgS dan HgS₂. Sistem mikroba dalam laut dapat mengubah semua bentuk merkuri anorganik menjadi metil merkuri, untuk selanjutnya dapat diakumulasi oleh organisme hidup (Clark, 1997). Sarjono (2009) menambahkan bahwa metil merkuri (CH₃Hg) merupakan hasil akhir dari proses metilasi yang memiliki daya racun tinggi dan sukar terurai dibandingkan zat asalnya. Proses metilasi sendiri terpengaruh dengan adanya dominasi unsur sulfur (S), yaitu pada keadaan anaerob dan redok potensial yang rendah. Faktor - faktor yang sangat berpengaruh di dalam pembentukan metil merkuri antara lain : suhu, kadar ion Cl, kandungan organik, derajat keasaman (pH), dan kadar merkuri.

Merkuri digunakan dalam berbagai bentuk dan untuk berbagai keperluan, misalnya industri khlor-alkali, ala-alat listrik, cat, instrumen, sebagai katalis, kedokteran gigi, pertanian, alat-alat laboratorium, obat - obatan, industri kertas dan lain sebagainya. Penggunaan merkuri yang tersebar adalah dalam industri khlor-alkali, di mana diproduksi khlorin (Cl₂) dan soda kausatik (NaOH) dengan

cara elektrolisis larutan garam NaCl. Selain itu merkuri banyak digunakan dalam produksi alat-alat listrik untuk berbagai keperluan misalnya lampu uap merkuri dan baterai merkuri (Fardiaz, 1992).

Di laboratorium merkuri digunakan sebagai alat ukur, misalnya termometer. Pada industri pulp dan kertas banyak digunakan senyawa FMA (fenil merkuri asetil) bertujuan untuk mencegah pembentukan kapur pada pulp dan kertas basah selama proses penyimpanan. Dalam bidang pertanian, senyawa merkuri banyak digunakan sebagai fungisida, dimana hal ini menjadi penyebab yang cukup penting dalam proses keracunan merkuri pada organisme hidup (Palar, 1994).

Merkuri dan turunannya mempunyai sifat yang sangat beracun, sehingga kehadirannya di lingkungan perairan dapat mengakibatkan kerugian pada manusia karena sifatnya yang mudah larut dan terikat dalam jaringan tubuh organisme air. Pencemaran merkuri di perairan mempunyai pengaruh terhadap ekosistem setempat yang disebabkan oleh sifatnya yang stabil dalam sedimen, kelarutannya yang rendah dalam air dan kemudahannya diserap dan terkumpul dalam jaringan tubuh organisme air, baik melalui proses *bioaccumulation* maupun *biomagnification* yaitu melalui *food chain* (Budiono, 2003).

Faktor-faktor yang berpengaruh di dalam proses pembentukan methyl merkuri adalah merupakan faktor-faktor lingkungan yang menentukan tingkat keracunannya. Merkuri yang diakumulasi dalam tubuh hewan air akan merusak atau menstimuli sistem zimatik, yang berakibat dapat menimbulkan penurunan kemampuan adaptasi bagi hewan yang bersangkutan terhadap lingkungan yang tercemar tersebut. Pada ikan, organ yang paling banyak mengakumulasi merkuri adalah ginjal, hati dan lensa mata. Toksisitas logam-logam berat yang melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh proses anoxemia, yaitu terhambatnya fungsi pernapasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang (Widodo, 2012).

Menurut Sudarmaji, *et al.* (2006), metil maupun etil merkuri merupakan racun yang dapat mengganggu susunan syaraf pusat (serebrum dan serebellum) maupun syaraf perifer. Kelainan syaraf perifer dapat berupa parastesia, hilangnya rasa pada anggota gerak dan sekitar mulut serta dapat pula terjadi menyempitnya lapangan pandang dan berkurangnya pendengaran. Keracunan merkuri dapat pula berpengaruh terhadap fungsi ginjal yaitu terjadinya proteinuria. Selain mempunyai efek pada susunan syaraf, Hg juga dapat menyebabkan kelainan psikiatri berupa insomnia, nervus, kepala pusing, gampang lupa, tremor dan depresi. Pada dasarnya besarnya risiko akibat terpapar oleh Hg, tergantung dari sumber Hg di lingkungan, tingkat paparan, teknik pengambilan sampel, analisis sampel dan hubungan dosis-respon.

2.1.2 Timbal (Pb)

Timbal atau timah hitam yang disimbolkan dengan Pb adalah sejenis logam lunak berwarna coklat dengan nomor atom 82, berat atom 207,19, titik cair 327,5° C, titik didih 1725° C dan berat jenis 11,4 gr/ml (Reilly, 1991). Logam ini mudah dimurnikan sehingga banyak digunakan oleh manusia pada berbagai kegiatan misalnya pertambangan, industri dan rumah tangga. Pada pertambangan timbal berbentuk senyawa sulfida (PbS) (Apriadi, 2005).

Menurut Fardiaz (1992), penggunaan Pb yang sangat luas dalam kehidupan dikarenakan Pb mempunyai sifat – sifat dan kegunaan, sebagai berikut:

1. Timbal memiliki titik cair rendah sehingga apabila digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
2. Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi beberapa bentuk.
3. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.

4. Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan timbal yang murni.
5. Densitas timbal lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri.

Timbal (Pb) secara alami banyak ditemukan dan tersebar luas pada bebatuan dan lapisan kerak bumi. Di perairan logam Pb ditemukan dalam bentuk Pb^{2+} , $PbOH^+$, $PbHCO_3$, $PbSO_4$ dan $PbCO^+$ (Perkins, 1977 dalam Rohilan, 1992). Pb^{2+} di perairan bersifat stabil dan lebih mendominasi dibandingkan dengan Pb^{4+} (GESAMP, 1985). Masuknya logam Pb ke dalam perairan dapat melalui proses pengendapan yang berasal dari aktivitas di darat seperti industri, rumah tangga dan erosi, jatuhnya partikel-partikel dari sisa proses pembakaran yang mengandung tetraetil Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai (Palar, 1994). Penggunaan Pb dalam industri adalah untuk produksi baterai kendaraan bermotor, tinta, cat, logam, dan kabel listrik. Dampak terkonsentrasinya Pb pada jaringan tubuh biota laut dapat memengaruhi kerja enzim-enzim dan fungsi protein (Razak, 1986).

Logam berat timbal (Pb) berbahaya karena bersifat biomagnifikasi, yaitu dapat terakumulasi dan tinggal di dalam jaringan tubuh organisme dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi (Darmono, 1995). Logam Pb bersifat toksik pada manusia dan dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Keracunan akut biasanya ditandai dengan rasa terbakar pada mulut, adanya rangsangan pada sistem gastrointestinal yang disertai dengan diare. Sedangkan gejala kronis umumnya ditandai dengan mual, anemia, sakit di sekitar mulut, dan dapat menyebabkan kelumpuhan (Darmono, 2001). Fardiaz (1992) menambahkan bahwa daya racun dari logam ini disebabkan terjadi penghambatan proses kerja enzim oleh ion-ion Pb^{2+} . Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin darah. Hal ini disebabkan

adanya bentuk ikatan yang kuat (ikatan kovalen) antara ion-ion Pb^{2+} dengan gugus sulphur di dalam asam-asam amino.

2.1.3 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) termasuk dalam kelompok logam golongan Transition Metal pada Tabel Periodik unsur kimia. Kadmium memiliki berat atom 112.41 g/mol dengan titik cair $321^{\circ}C$ dan titik didih $765^{\circ}C$ serta berwarna putih keperakan menyerupai aluminium. Kadmium tergolong dalam logam berat dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap sulfohidril dan kelarutannya akan meningkat dalam lemak. Kadmium akan mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik di perairan alami yang bersifat basa. Pada kadar 0.01-0.1 mg/l $CdCl_2$ dapat mereduksi ATP, klorofil dan mengurangi konsumsi O_2 oleh fitoplankton (Sanusi, 2006).

Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, logam berwarna putih perak ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta akan cepat mengalami kerusakan bila dikenai uap amoniak (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2). Sedangkan berdasarkan pada sifat kimianya, logam Cd didalam persenyawaan yang dibentuknya umumnya mempunyai bilangan valensi 2+, sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi 1+. Bila dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion OH, ion-ion Cd^{2+} akan mengalami proses pengendapan. Endapan yang terbentuk dari ion-ion Cd^{2+} dalam larutan OH biasanya dalam bentuk senyawa terhidrasi yang berwarna putih (Palar, 1994).

Logam Cd atau kadmium mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Sumber kadmium dapat 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). Sementara itu, sumber Cd dalam laut terutama

berasal dari alam yaitu letusan gunung berapi, debu yang terbawa angin, lahan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung kadmium dan aliran sungai yang berasal dari lahan tersebut. Sumber lainnya merupakan hasil buangan manusia berasal dari pertambangan, ekstraksi dan pengolahan Zn (Laws, 1993).

Lu (2006) menyatakan logam kadmium (Cd) memiliki sifat dan kegunaan antara lain:

1. Kadmium mempunyai sifat tahan panas sehingga bagus untuk campuran pembuatan bahan-bahan keramik, enamel dan plastik.
2. tahan terhadap korosi sehingga bagus untuk melapisi pelat besi dan baja.

Kadmium memiliki afinitas yang tinggi terhadap kelompok sulfhidrid dari pada enzim dan meningkat kelarutannya dalam lemak. Pada perairan alami yang bersifat basa, kadmium mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Kadmium pada perairan alami membentuk ikatan kompleks dengan ligan baik organik maupun anorganik, yaitu: Cd^{2+} , $Cd(OH)^+$, $CdCl^+$, $CdSO_4$, $CdCO_3$ dan Cd organik. Ikatan kompleks tersebut memiliki tingkat kelarutan yang berbeda (bila diurutkan dari yang tertinggi ke yang terendah), yaitu: $Cd^{2+} > CdSO_4 > CdCl^+ > CdCO_3 > Cd(OH)^+$ (Sanusi, 2006).

Toksisitas kadmium meningkat dengan menurunnya kadar oksigen dan kesadahan, serta meningkatnya pH dan suhu. Sedangkan toksisitas kadmium turun pada salinitas dengan kondisi isotonis dengan cairan tubuh hewan bersangkutan. Laws (1993) menyatakan bahwa sifat racun Cd terhadap ikan yang hidup dalam air laut berkisar antara 10-100 kali lebih rendah dari pada dalam air tawar yang memiliki tingkat kesadahan lebih rendah.

Keracunan kadmium dapat bersifat akut dan kronis. Organ tubuh yang menjadi sasaran keracunan kadmium adalah ginjal dan hati. Kadmium lebih

beracun bila terhisap melalui saluran pernafasan dari pada saluran pencernaan. Kasus keracunan akut kadmium kebanyakan dari menghisap debu dan asap kadmium, terutama kadmium oksida (CdO) yang dapat menyebabkan emfisema atau gangguan paru-paru yang jelas terlihat (Darmono, 1995).

Menurut Effendi (2003), kadmium bersifat kumulatif dan sangat toksik bagi manusia karena dapat mengakibatkan gangguan fungsi ginjal dan paru-paru, meningkatkan tekanan darah dan mengakibatkan kemandulan pada pria dewasa. Toksisitas kadmium dipengaruhi oleh pH dan kesadahan. Selain itu, keberadaan zinc dan timbal dapat meningkatkan toksisitas kadmium. Terpapar akut oleh kadmium (Cd) menyebabkan gejala mual, muntah, diare, kram, otot, anemia, dermatitis, pertumbuhan lambat, kerusakan ginjal dan hati, gangguan kardiovaskuler, emfisema dan degenerasi testicular (Ragan & Mast, 1990 dalam Sudarmaji, *et al.*, 2006).

2.2 Logam Berat dalam Perairan

Banyak logam berat yang bersifat toksik maupun esensial terlarut dalam air dan menyebabkan pencemaran terhadap air laut dan air tawar. Sumber pencemaran ini sebagian besar berasal dari pertambangan, peleburan logam dan jenis industri lainnya, dan juga dapat berasal dari lahan pertanian yang menggunakan pupuk atau anti hama yang mengandung logam (Darmono, 2001). Pencemaran logam berat dapat merusak lingkungan perairan dalam hal stabilitas, keanekaragaman dan kedewasaan ekosistem. Ditinjau dari aspek ekologis, kerusakan ekosistem perairan akibat pencemaran logam berat dapat ditentukan oleh faktor kadar dan kesinambungan zat pencemar yang masuk dalam perairan, sifat toksisitas dan bioakumulasi. Pencemaran logam berat dapat menyebabkan terjadinya perubahan struktur komunitas perairan, jaringan

makanan, tingkah laku, efek fisiologi, genetik dan resistensi (Moriarty, 1987 dalam Racmansyah, *et al.*, 1998).

Secara ilmiah logam berat sesungguhnya telah ada dalam air laut yang dihasilkan melalui erosi batuan dan aktivitas gunung (Clark, 1986). Logam berat terdapat dalam bentuk terlarut (*dissolved*) dan tersuspensi atau terikat dengan partikel tersuspensi. Konsentrasi logam berat yang terdapat dalam perairan dikontrol oleh beberapa faktor seperti presipitasi, adsorpsi partikel yang ada di laut serta absorpsi serta redistribusi oleh proses-proses biologis (Bryan, 1976).

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

2.3 Logam Berat dalam Sedimen

Secara umum sedimen adalah lapisan bawah yang melapisi sungai, danau, *reservoir*, teluk, muara, dan lautan yang terdiri atas bahan organik dan anorganik (Sarjono, 2009). Sedangkan menurut Fardiaz (1992) sedimen adalah padatan yang dapat langsung mengendap jika air didiamkan tidak terganggu selama beberapa waktu. Padatan yang mengendap tersebut terdiri dari partikel – partikel padatan dengan ukuran yang relatif besar dan berat sehingga dapat mengendap dengan sendirinya. Sedimen yang mengendap tersebut kemudian membentuk dasar suatu perairan dimana tumbuhan dan hewan dasar perairan dapat tinggal.

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dispersi, dan diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut (Hutagalung *et al.*, 1997 *dalam* Astuty 2011). Menurut Greaney (2005) *dalam* Afriansyah (2009), ada tiga kemungkinan mekanisme logam masuk ke dalam perairan, yaitu (1) diikat oleh sedimen dan bahan tersuspensi yaitu melalui proses adsorpsi fisika-kimia dari kolom perairan (2) proses *uptake* oleh bahan organik atau organisme dan (3) akumulasi fisik dari bahan partikulat yang banyak mengandung logam oleh proses sedimentasi.

Kandungan logam berat dalam sedimen berkaitan dengan ukuran butiran sedimen dimana konsentrasi logam berat tinggi terdapat pada sedimen yang memiliki ukuran partikel lebih halus dibandingkan dengan sedimen kasar (Bryan, 1976). Fraksi sedimen halus memiliki area permukaan yang luas serta relatif tingginya gaya elektrostatis dari permukaan partikel tersebut (Astuty, 2011).

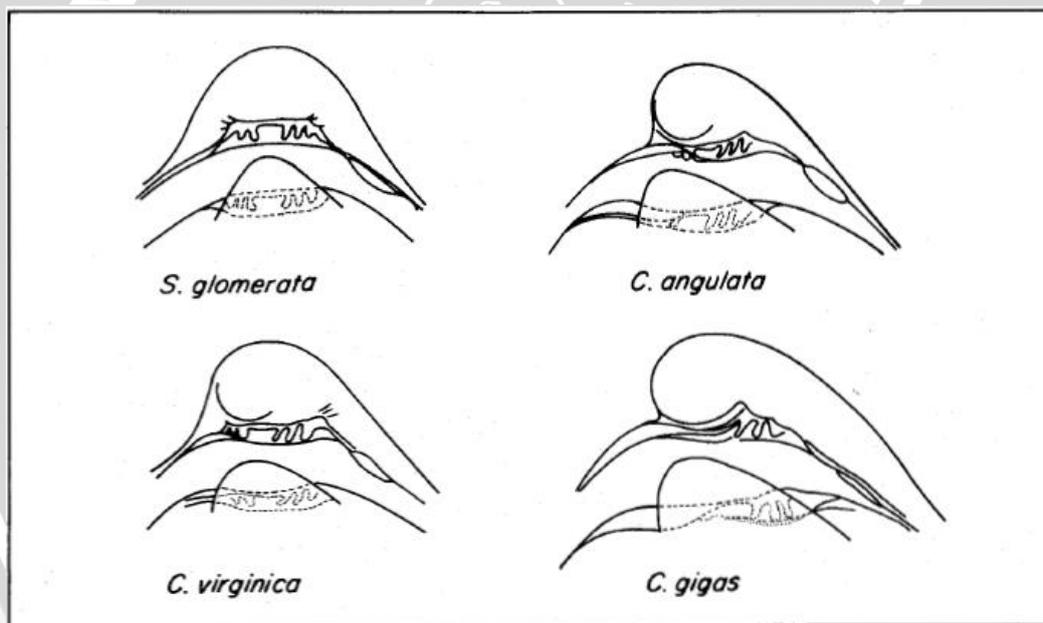
2.4 Tiram

Tiram merupakan kelompok moluska dari kelas Bivalvia, yang hidup di habitat laut atau air payau (Quayle dan NewKirk, 1989 *dalam* Wulandari, 2011). Bivalvia merupakan kelas kedua yang terbesar dari filum moluska setelah gastropoda yaitu sebanyak 31.000 spesies. Bivalvia termasuk kedalam hewan sesil yang tersebar di perairan pesisir seperti estuari, dengan dasar perairan lumpur bercampur pasir. Beberapa spesies bivalvia hidup pada substrat yang lebih keras seperti lempung, kayu atau batu, air tawar serta sedikit yang hidup di daratan (Russel-Hunter, 1983 *dalam* Pratami, 2005).

Tiram dimasukkan dalam keluarga (famili) Osreidae atau Fillibranchia. keluarga Ostreidae dibagi dalam tiga marga (genus) yaitu Ostrea, Crassostrea dan Saccostrea (Angell, 1986). Klasifikasi tiram didasarkan pada bentuk dan struktur cangkang pada saat fase akhir larva, model reproduksi, siklus hidup,

chomata (denticles), ruang promyal, rongga umbonal, ukuran dan distribusi (Glude, 1971; Ahmed, 1975 dan Stenzel, 1971 *dalam* Angell, 1986). Sementara itu, Danamani (1976) *dalam* Angell (1986) membedakan tiram genus *Saccostrea* dan *Crassostrea* berdasarkan rongga umbonal dan identifikasi spesies seperti pada Gambar 2.

Menurut Roberts (1976), baik tiram maupun kelompok bivalvia yang lainnya 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.



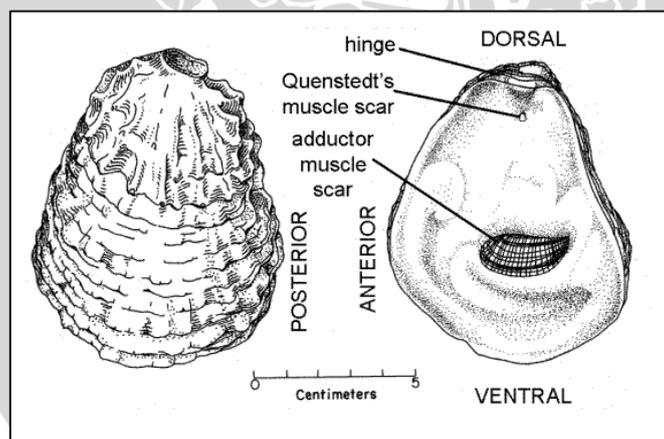
Gambar 2. Perbedaan Daerah Umbo pada Spesies Tiram (Angell, 1986)

2.4.1 Biologi Tiram

Tiram adalah golongan kerang-kerangan (bivalve) yang mempunyai cangkang setangkup, secara umum dikenal dengan nama Oyster. Perbedaan tiram dengan kerang yaitu terletak pada cangkang dan tempat hidupnya. Tiram hidup menempel pada substrat yang lebih keras, seperti batu atau kayu (Sugiarti,

et al., 2002; Arfiati, 2007), sedangkan kerang relatif dapat bergerak dan hidup di pasir atau masuk ke dalam pasir di dasar perairan. Menurut Irianto, *et al.* (1994), umumnya tiram ditemui menempel pada batu dan tiang – tiang pelabuhan, keramba, dan pada akar-akar pohon di daerah pantai yang terkena pengaruh pasang surut air laut.

Tiram memiliki cangkang yang sedikit tidak beraturan dibandingkan dengan cangkang kerang yang memiliki ukuran yang sama pada kedua belah cangkang tersebut. Cangkang tiram terdiri dari dua macam, yaitu bagian mangkok yang relatif lebih cekung dan bagian tutup yang mendatar. Bagian mangkok disebut cangkang kiri atau cangkang bawah dan merupakan bagian yang menempel pada substrat, sedangkan cangkang kanan atau cangkang atas merupakan bagian tutup dengan benuk yang relatif datar. Pada cangkang tiram terdapat membran semacam kulit yang menempel disebut mantel (Quayle dan Newkirk, 1989 *dalam* Wulandari, 2011). Bentuk umum tiram dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Bentuk umum Tiram (Galtsoff, 1964)

2.4.2 Mekanisme Penyerapan Logam di Tiram

Menurut Darmono (2001), logam masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu melalui saluran pernafasan, pencernaan dan

penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pernafasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui insang maupun hewan darat yang masuk melalui debu di udara ke saluran pernafasan. Absorpsi melalui saluran pencernaan hanya beberapa persen saja tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar walaupun absorpsinya relatif kecil.

Dalam tubuh hewan, logam diabsorpsi oleh darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam organ detoksifikasi (hati) dan ekskresi (ginjal). Di dalam kedua jaringan tersebut biasanya logam juga berkaitan dengan berbagai jenis protein enzim maupun protein lain yang disebut metaloenzim (Connel dan Miller, 2006).

Barnes (1968) menyatakan bahwa proses penyaringan pada bivalvia masuk melalui sifon inkuren dan tersaring di insang. 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 *P. viridis* mempunyai mucus atau lendir yang penyusun utamanya adalah glikoprotein. Sehingga diduga logam tersebut terikat menjadi metallothienin karena penyusun utamanya adalah sistein yaitu protein yang tergolong dalam gugus sulfidril (-SH) yang mampu mengikat logam. Oleh karena sifat mucus insang yang mengalami regenerasi, maka logam berat (termasuk kadmium) yang telah terikat pada mucus insang turut terlepas dari tubuhnya (Overnell dan Sparla, 1990). Masih terkait dengan mekanisme filter-feeder, aliran air laut akan berlanjut menuju ke labial palp dimana pada bagian tersebut akan melalui beberapa proses penyaringan dengan cilia-cilia. Partikel yang berukuran

kecil akan lolos, sementara yang berukuran besar akan dikeluarkan kembali melalui sifon-inkuren dalam bentuk pseudofeces (Pechenik, 2000).

2.5 Aktivitas Manusia

Menurut Suryanto (2011), pencemaran perairan terutama berasal dari aktivitas manusia yang dapat mengganggu keseimbangan perairan. Secara umum penyebab pencemaran air dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu sumber kontaminan langsung dan tidak langsung. Sumber langsung meliputi efluen yang keluar dari industri, TPA sampah, rumah tangga dan sebagainya. Sumber tak langsung adalah kontaminan yang memasuki badan air dari tanah, air tanah atau atmosfer berupa hujan. Pada dasarnya sumber pencemaran air berasal dari industri, rumah tangga (pemukiman) dan pertanian. Tanah dan air tanah mengandung sisa dari aktivitas pertanian, misalnya pupuk dan pestisida. Kontaminan dari atmosfer juga berasal dari aktifitas manusia, yaitu pencemaran udara yang menghasilkan hujan asam.

Pencemaran logam berat pada dasarnya terjadi dengan tidak sendirinya, namun terbawa oleh air, udara dan aktivitas manusia. Apabila air telah tercemar oleh komponen-komponen anorganik, maka di dalamnya dapat mengandung berbagai logam berat yang berbahaya. Pencemar logam berat merupakan pencemar yang paling berbahaya, walaupun jumlahnya kecil namun mempunyai tingkat keracunan tinggi karena sifatnya yang tidak terdegradasi di lingkungan dan mudah terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup, meskipun ada beberapa logam berat yang diperlukan dalam jumlah kecil (Fardiaz, 1992).

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan perairan terjadi karena adanya suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut dalam kegiatan manusia, dan secara sengaja maupun tidak sengaja membuang berbagai jenis limbah beracun termasuk di dalamnya terkandung

logam berat ke dalam lingkungan perairan. Sumber utama pemasukan logam berat berasal dari kegiatan pertambangan, cairan limbah rumah tangga, limbah dan buangan industri, limbah pertanian (Wittmann, 1979 dalam Connel dan Miller, 2006).

Sumber utama pemasukan logam ke lingkungan perairan, seperti kegiatan pertambangan yang menyebabkan terbukanya lapisan batuan yang mempercepat pelapukan batuan, seperti terbukanya mineral pirit dan sulfida yang teroksidasi dengan oksigen atmosfer yang menyebabkan aliran pembuangan menjadi asam. Sumber logam berat lainnya adalah berasal dari (1) limbah rumah tangga yang berasal dari sampah-sampah metabolik, korosi pipa-pipa air misalnya Cu, Pb, Zn dan Cd, dan produk-produk konsumen misalnya detergen mengandung Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, Cr, B, Hg dan As; (2) limbah atau buangan industri baik berasal dalam cairan limbah yang berhubungan secara khusus dalam proses produk tertentu, penimbunan dan pencucian lumpur industri; (3) pembakaran bahan bakar yang mengandung limbah hitam termasuk transportasi baik darat maupun laut yang masuk melalui air hujan; (4) aktifitas pertanian yang berasal dari erosi tanah yang kaya akan logam yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan dan hewan, pupuk fosfat, herbisida, fungisida, serta melalui pemakaian cairan limbah atau lumpur sebagai pupuk (Tugiyono, 2007).

2.6 Definisi Lingkungan Pesisir dan Pemanfaatannya

Wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut, dengan batas ke arah darat meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air yang masih mendapat pengaruh sifat-sifat laut seperti angin laut, pasang surut, perembesan air laut (intrusi) yang dicirikan oleh vegetasinya yang khas, sedangkan batas wilayah pesisir ke arah laut mencakup bagian atau batas terluar daripada daerah paparan benua (*continental shelf*), dimana ciri-ciri

perairan ini masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun proses yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran (Bengen, 2002).

Menurut Dahuri *et al.* (1996), sampai sekarang belum ada definisi wilayah pesisir yang baku, namun demikian terdapat kesepakatan umum di dunia bahwa wilayah pesisir adalah suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan. Apabila ditinjau dari garis pantai (*coast line*), maka wilayah pesisir mempunyai dua macam batas (*boundaries*) yaitu batas yang sejajar garis pantai (*long shore*) dan batas yang tegak lurus garis pantai (*cross shore*). Menurut UU No. 27 Tahun 2007 tentang batasan wilayah pesisir, kearah daratan mencakup wilayah administrasi daratan dan kearah perairan laut sejauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai ke arah laut lepas dan/atau kearah perairan kepulauan.

Pemanfaatan wilayah pesisir telah memberikan sumbangan yang berarti, baik bagi peningkatan taraf hidup masyarakat maupun sebagai penghasil devisa negara yang sangat penting. Aktifitas perkonomian yang dilakukan di kawasan pesisir diantaranya adalah kegiatan perikanan (tangkap dan budidaya), industri dan pariwisata. Selain dimanfaatkan untuk kegiatan perekonomian, wilayah pesisir juga digunakan sebagai tempat membuang limbah dari berbagai aktifitas manusia, baik dari darat maupun di kawasan pesisir itu sendiri. Oleh karena itu, kawasan pesisir merupakan salah satu wilayah yang perlu diperhatikan karena kawasan ini merupakan wilayah yang menjadi pintu masuk dan keluar. Semakin cepatnya pergerakan sedimen khususnya yang berasal dari arah daratan menuju laut disebabkan oleh semakin tingginya aktifitas masyarakat maupun industri yang memilih membuang limbah kegiatan manusia menuju sungai-sungai yang secara tidak disadari bahwa limbah yang dibuang akan mencemari perairan, khususnya wilayah estuari atau muara (Wibowo, 2005).

Wilayah pesisir kini telah menjadi objek bagi pembangunan berbagai aktifitas manusia, salah satunya adalah aktifitas pelabuhan perikanan. Berdasarkan survey yang dilakukan Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2007) di beberapa pelabuhan utama di Indonesia, secara umum bahan kontaminan di pelabuhan adalah minyak dan sampah sehingga semakin meningkat jumlah kapal yang datang ke suatu pelabuhan, maka semakin besar kontaminasi limbah yang akan diterima pelabuhan. Selain itu, kegiatan di laut yang berpotensi mencemari lingkungan pesisir dan laut adalah perkapalan (*shipping*), dumping di laut (*ocean dumping*), pertambangan (*mining*), eksplorasi dan eksploitasi minyak (*oil exploration and exploitation*), budidaya laut (*marine culture*) dan perikanan (*fishing*) (KNLH, 2007).

2.7 Parameter Kualitas Air

Adapun parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini meliputi suhu, pH, salinitas, DO, dan TOM.

2.7.1 Suhu

Barus (1996) menyatakan bahwa kelarutan berbagai jenis gas di air serta semua aktivitas biologis-fisiologis di dalam ekosistem akuatik sangat dipengaruhi oleh suhu. Menurut hukum Van't Hoff kenaikan suhu sebesar 10°C (hanya pada kisaran suhu yang masih dapat ditolelir) akan meningkatkan aktifitas biologis (misalnya respirasi) pada organisme sebesar 2-3 kali lipat.

Suhu perairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air. Suhu selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air, juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Sedangkan perubahan suhu dalam kolom air akan menimbulkan arus secara vertikal (Subarijanti, 1994).

Suhu berpengaruh langsung terhadap tumbuhan dan hewan, Hutabarat dan Evans (1984) mengemukakan bahwa suhu merupakan *controlling factor* (faktor pengendali) bagi proses respirasi dan metabolisme biota akuatik yang berlanjut terhadap pertumbuhan dan proses fisiologi serta siklus reproduksinya. Setiap spesies menyesuaikan diri dengan suhu tertentu, tapi variasi suhu yang tiba-tiba dan terlalu kuat akan merugikan bagi kehidupan tiram. Tiram juga memerlukan air sumur dan kaya oksigen dalam makanan (plankton) (Mezei, 2010). Menurut Galtsoff (1964), tiram dapat hidup dari perairan dingin sampai perairan panas. Suhu yang diperlukan bervariasi tergantung tempat hidupnya karena tiram dapat hidup pada posisi 64° LU – 44° LS.

2.7.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Hardjojo dan Djokosetiyanto (2005) dalam Irawan, *et al.* (2009), pH merupakan suatu pernyataan dari konsentrasi ion hidrogen (H^{+}) di dalam air, besarannya dinyatakan dalam minus logaritma dari konsentrasi ion H. Besaran pH berkisar antara 0 – 14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang masam sedangkan nilai di atas 7 menunjukkan lingkungan yang basa, untuk pH =7 disebut sebagai netral.

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion Hidrogen dalam suatu larutan. Dalam air yang bersih jumlah konsentrasi ion H^{+} dan OH^{-} berada dalam keseimbangan sehingga air yang bersih akan bereaksi netral. Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan nilai kisaran toleransi antara asam lemah dan basa lemah. pH yang ideal bagi kehidupan organisme akuatik umumnya berkisar antara 7-8,5. Kondisi perairan yang sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam yang bersifat toksik (Barus, 2004).

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

2.7.3 Salinitas

Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Garam yang dimaksud adalah berbagai ion yang terlarut dalam air termasuk di dalamnya adalah garam dapur (NaCl). Pada umumnya salinitas disebabkan oleh 7 ion yaitu; natrium (Na^+), Kalium (K^+), Kalsium (Ca^{++}), magnesium (Mg^{++}), klorida (Cl^-), sulfat (SO_4^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-). Salinitas dinyatakan dalam satuan gram/kg atau promil (‰). Air dikategorikan sebagai air payau bila konsentrasinya 0,05 sampai 3% atau menjadi saline bila konsentrasinya 3 sampai 5%. Lebih dari 5% disebut brine (Apriani dan Wijaya, 2011).

Menurut Nybakken (1998), salinitas merupakan konsentrasi dari ion-ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam ppt atau promil. Salinitas sangat berhubungan dengan tekanan osmotik air sehingga organisme berada pada kondisi yang seimbang dengan medium tempat hidupnya. Perubahan salinitas dapat menyebabkan masalah terhadap tekanan 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.

2.7.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Kecepatan difusi oksigen dari udara, tergantung dari beberapa faktor, seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut. Kementerian Lingkungan Hidup menetapkan bahwa kandungan oksigen terlarut adalah minimal 5 ppm untuk kepentingan wisata bahari dan biota laut (Salmin, 2005).

Menurut Effendi (2003), oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Kadar oksigen yang terlarut di alam perairan bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut semakin kecil. Semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, tekanan atmosfer semakin rendah. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktifitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktifitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Difusi oksigen ke dalam air dapat terjadi secara langsung pada kondisi air diam (*stagnant*).

Menurut Connel dan Miller (2006), penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan karena adanya zat pencemar yang dapat mengkonsumsi oksigen. Zat pencemar tersebut terutama terdiri dari bahan-

bahan organik dan non organik yang berasal dari berbagai sumber, seperti kotoran (manusia dan hewan), sampah organik, bahan-bahan buangan industri dan rumah tangga. Sebagian besar zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik.

2.7.5 TOM

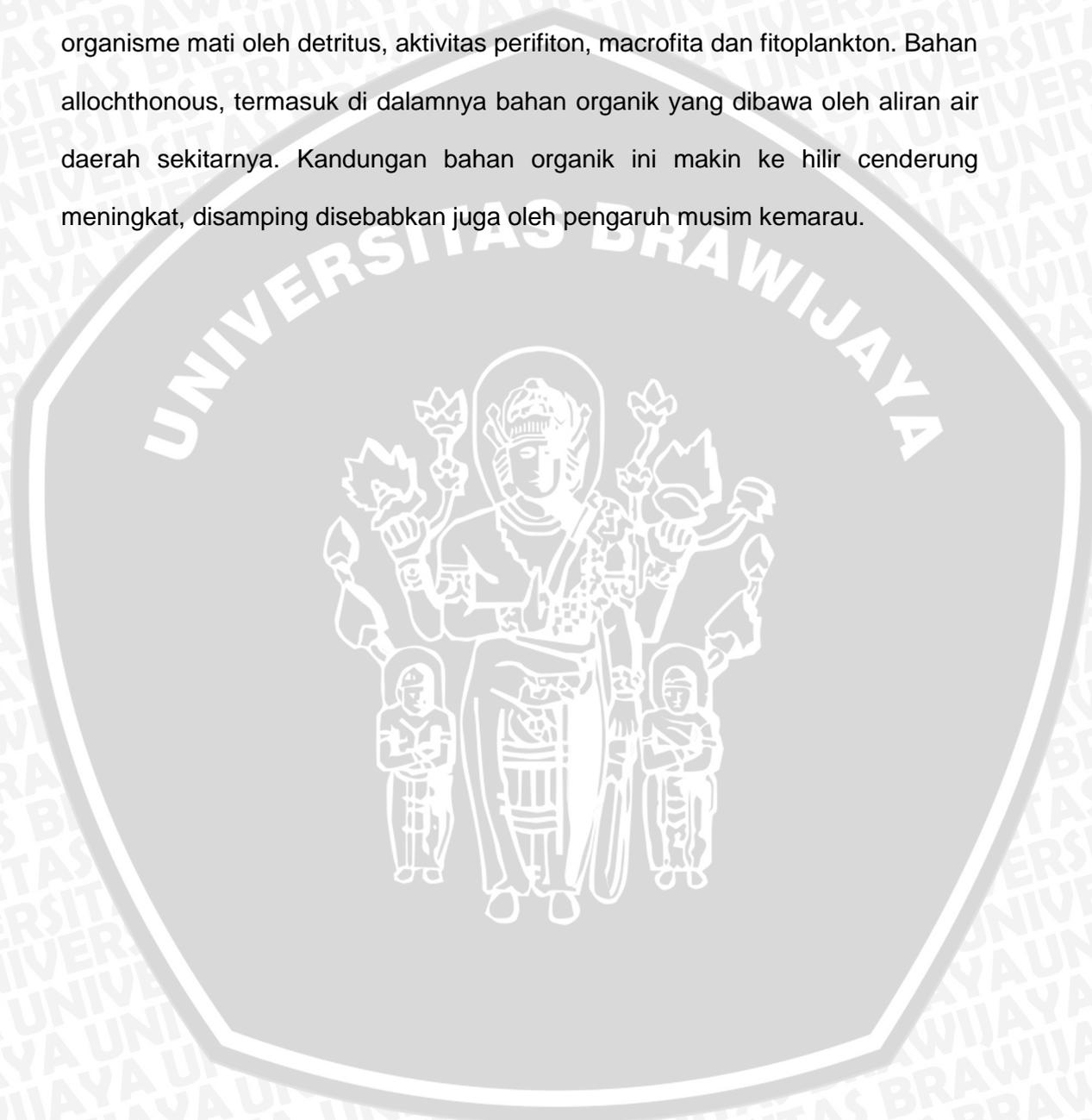
Kalium permanganat (KMnO_4) telah lama dipakai sebagai oksidator pada penentuan konsumsi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik, yang dikenal sebagai parameter nilai permanganat atau sering disebut sebagai kandungan bahan organik total atau TOM (*Total Organic Matter*). Akan tetapi, kemampuan oksidasi oleh permanganat sangat bervariasi, tergantung pada senyawa-senyawa yang terkandung dalam badan air. Penentuan nilai oksigen yang dikonsumsi dengan metode permanganat selalu memberikan hasil yang lebih kecil daripada nilai BOD. Kondisi ini menunjukkan bahwa permanganat tidak cukup mampu mengoksidasi bahan organik secara sempurna (Effendi, 2003).

Menurut Hariyadi, *et al.* (1992), bahan organik total atau *Total Organic Matter* (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (partikulat) dan koloid. Prinsip analisa TOM hampir sama dengan prinsip analisa COD yaitu didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi dengan menggunakan senyawa Kalium permanganat. Oksidator yang digunakan untuk penentuan TOM adalah KMnO_4 , diasamkan dengan menggunakan H_2SO_4 pekat dan dididihkan beberapa saat.

Tingginya bahan organik yang terdapat dalam TOM dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan menjadi rendah. Hal ini dikarenakan tingginya persentase bahan organik menunjukkan terjadinya proses oksidasi yang dalam reaksinya menggunakan sejumlah besar oksigen dan menghasilkan

nitrogen ammonia, sehingga mengurangi kadar oksigen terlarut di dalam perairan (Susana, 2009).

Menurut Allan, JD. (1995) dalam Suraya, *et al.*(2011), TOM dapat berupa autochthonous yaitu yang berasal dari perairan itu sendiri seperti pembusukan organisme mati oleh detritus, aktivitas perifiton, macrofita dan fitoplankton. Bahan allochthonous, termasuk di dalamnya bahan organik yang dibawa oleh aliran air daerah sekitarnya. Kandungan bahan organik ini makin ke hilir cenderung meningkat, disamping disebabkan juga oleh pengaruh musim kemarau.



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa kadar Hg, Pb dan Cd yang ada di dalam tubuh tiram, air dan sedimen. Parameter kualitas air yang digunakan antara lain parameter fisika yaitu suhu dan salinitas, parameter kimia yang digunakan adalah oksigen terlarut (DO), pH dan *Total Organic Matter* (TOM).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini seperti yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

Parameter	Alat / Bahan / Metode	Satuan	Analisis
Biologi			
Kadar Hg, Pb dan Cd pada bivalvia	AAS	Ppm	Lab.
Kimia			
Kadar Hg, Pb dan Cd pada sedimen	AAS	Ppm	Lab.
Kadar Hg, Pb dan Cd pada air	AAS	Ppm	Lab.
pH	pH meter dan pH indikator	-	<i>Insitu</i>
Oksigen Terlarut	DO meter	Ppm	<i>Insitu</i>
TOM	Titiasi	Ppm	Lab
Fisika			
Suhu air	DO meter	°C	<i>Insitu</i>
Salinitas	Salinometer	Ppt	<i>Insitu</i>

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yang dijelaskan secara deskriptif dengan menggambarkan keadaan lokasi penelitian secara nyata sesuai dengan yang ada di lapang dan dibuktikan melalui analisa

data. Metode survei adalah penelitian yang dilakukan pada populasi besar maupun kecil, tetapi data yang dipelajari adalah data dari sampel yang diambil dari populasi tersebut. Metode ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis, aktual dan akurat mengenai fakta-fakta dan sifat-sifat dari populasi tertentu, data dikumpulkan sesuai tujuan dan secara rasional kesimpulan diambil dari data-data tersebut. secara umum metode survei terdiri atas 2 jenis, yaitu deskriptif dan eksplanatif. (Suryabrata, 1989; Koentjaraningrat, 1983; Panji, 2011).

Menurut Sasmaya (2011), metode survei deskriptif merupakan metode untuk memperoleh data yang ada saat penelitian dilakukan dan bertujuan untuk menjelaskan pembahasan dari permasalahan dalam penelitian. Zulnaldi (2007) menambahkan bahwa metode deskriptif dapat diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan atau melukiskan keadaan subyek atau obyek penelitian (seseorang, lembaga, masyarakat dan lain-lain) pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya.

Data adalah informasi atau keterangan mengenai suatu hal yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Dalam kegiatan praktek kerja lapang ini, data yang dikumpulkan meliputi :

a) Data Primer

Menurut Mulyanto (2008), data primer adalah data yang didapat dari sumber pertama. Pengumpulan data primer dapat dilakukan dengan cara survei dan percobaan. Adapun teknik pengambilan data primer ini dengan cara wawancara dan observasi. Data primer yang diambil dalam penelitian Skripsi ini meliputi kadar Hg, Pb dan Cd yang ada di dalam tubuh tiram, parameter kualitas air antara lain parameter fisika yaitu suhu dan salinitas, parameter kimia yang digunakan adalah oksigen terlarut (DO), pH, TOM serta kandungan Hg, Pb dan

Cd dalam air maupun sedimen yang didapat dengan melakukan observasi. Wawancara dilakukan dengan mewawancarai masyarakat sekitar pesisir di Kecamatan Panceng.

b) Data Sekunder

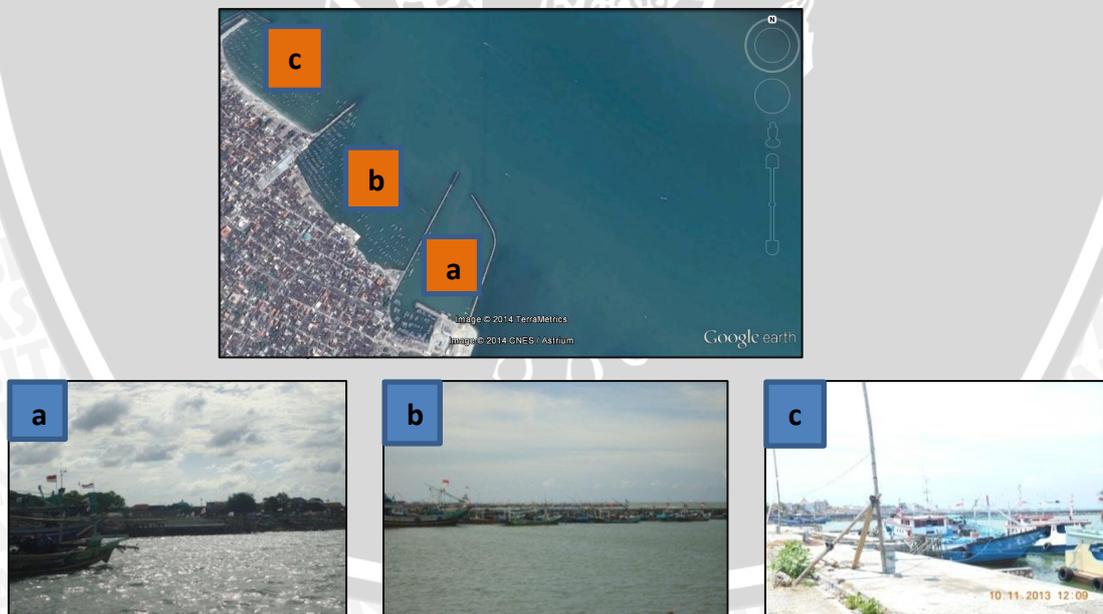
Menurut Mulyanto (2008), data sekunder yang diperoleh dari pihak lain (telah diolah) dan disajikan baik oleh pengumpul maupun pihak lain. Data sekunder ini diperlukan untuk mendukung data primer. Data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari laporan, jurnal, majalah, Laporan PKL/Skripsi, situs internet serta kepustakaan yang menunjang dari penelitian ini.

3.4 Lokasi Sampling

Pengambilan sampel dilakukan di Pesisir Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur tepatnya di Kecamatan Panceng, yaitu di Desa Dalegan dan Desa Campurejo. Penetapan lokasi pengamatan berdasarkan adanya aktivitas pelabuhan dan pengaruh aktivitas manusia di daratan yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup tiram dengan harapan untuk mendapatkan data yang representatif. Pengambilan sampel dilakukan pada 2 lokasi yang memiliki aktivitas pelabuhan di Kecamatan Panceng untuk mengetahui kandungan Hg, Pb dan Cd yang terkandung pada tubuh tiram di daerah itu dan selanjutnya dapat dibandingkan antara kedua lokasi tersebut. Lokasi 1 merupakan daerah pelabuhan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) sekaligus terdapat pasar ikan Campurejo dimana dalam sehari rata-rata kapal yang berlabuh \pm 300 kapal sehingga dengan adanya aktivitas ini diduga terdapat masukan logam berat Hg, Pb dan Cd. Lokasi pengamatan 2 merupakan daerah muara terbesar yang juga digunakan sebagai tempat berlabuh kapal serta tempat pendaratan kerang milik warga dimana dalam sehari rata-rata kapal yang berlabuh \pm 30 kapal. Adanya perbedaan di kedua lokasi pengamatan ini diharapkan dapat memberi informasi

terkait kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd di tiram, air dan sedimen yang berada di lokasi dengan aktivitas pelabuhan. Lokasi pengamatan 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

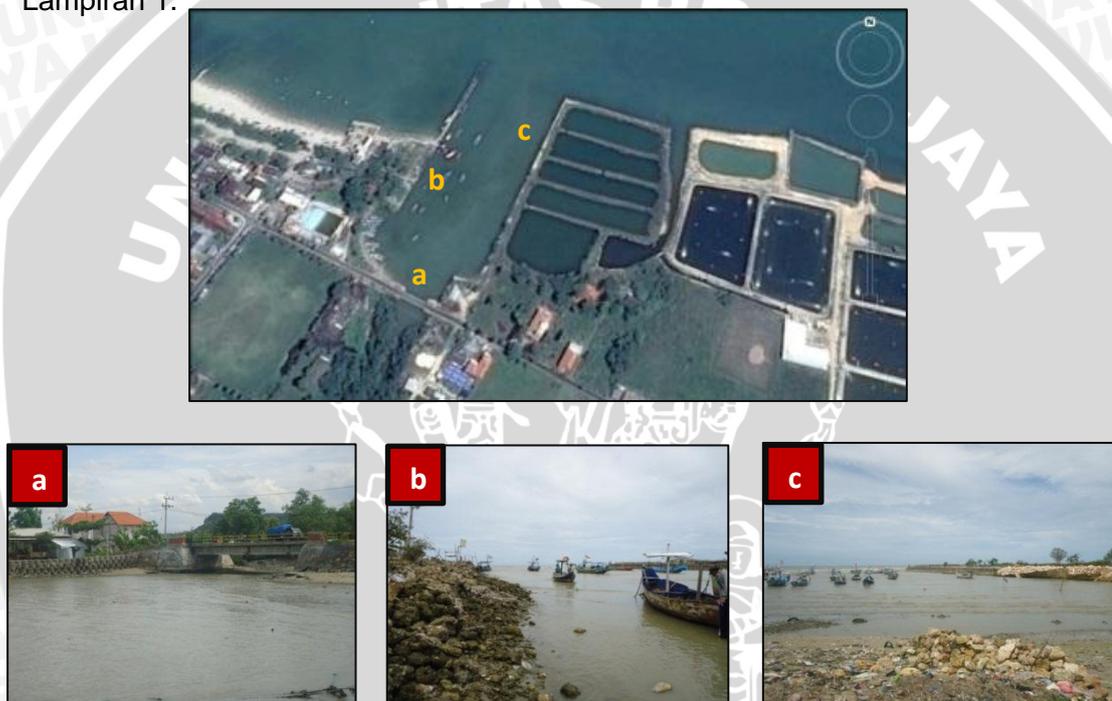
Sampel yang diambil pada penelitian adalah air, sedimen dan tiram. Pengambilan sampel dilakukan di 2 stasiun pengamatan dengan 3 titik pengambilan sampel sebagai ulangan di setiap stasiunnya. Pengambilan sampel dilakukan 1 kali karena umur tiram yang panjang. Pada Stasiun 1 yang merupakan daerah Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo, pengambilan sampel dilakukan di 3 titik yaitu pada area kolam labuh I (Gambar 4a), area kolam labuh II (Gambar 4b) dan area kolam labuh III (Gambar 4c). Pada Stasiun 1, pengambilan sampel tiram untuk spesies *Crassostrea glomerata* diambil yang menempel pada batuan karang sementara untuk *Crassostrea iredalei* diambil yang menempel pada bagian bangunan dermaga. Sampel air dan sedimen diambil di sekitar tempat pengambilan tiram pada masing - masing titik.



Gambar 4. Lokasi Pengamatan Stasiun 1 (PPI Campurejo)

Pada Stasiun 2 yang merupakan daerah tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Mojokopek, Desa Dalegan pengambilan sampel juga dilakukan

di 3 titik yaitu pada bagian bawah jembatan (muara) (Gambar 5a), bagian kanan muara (Gambar 5b) dan bagian kiri muara (Gambar 5c). Pada Stasiun 2, pengambilan sampel tiram untuk spesies *Crassostrea glomerata* diambil yang menempel pada bagian bawah dinding jembatan dan batu - batuan sementara untuk *Crassostrea iredalei* diambil yang menempel pada bagian bangunan dermaga. Sampel air dan sedimen diambil di sekitar tempat pengambilan tiram pada masing - masing titik. Denah titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 5. Lokasi Pengamatan Stasiun 2 (Area Sekitar Tempat Pendaratan Kerang di Dusun Mojokpek

3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Sampel air diambil secara langsung dan ditempatkan pada botol air mineral 330 ml. air yang diambil adalah air pada permukaan. Air sampel yang didapat diberi pengawet yaitu HNO_3 pekat sebanyak 15 ml. Air dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk kemudian dianalisis di laboratorium. Untuk sampel sedimen, sedimen pada permukaan diambil menggunakan sendok. Sampel yang didapat dimasukkan ke dalam plastik. Sampel sedimen dimasukkan ke dalam *coolbox*

dan selanjutnya dianalisis di laboratorium. Sampel air maupun sedimen yang diambil adalah tempat terdapatnya tiram.

Cara pengambilan sampel tiram yang menempel pada batuan dilakukan dengan mencongkel organisme dengan menggunakan betel, sedangkan palu digunakan untuk memudahkan betel dalam mencongkel tiram pada saat air surut. Sampel tiram yang didapat dimasukkan ke dalam plastik. Sampel dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk selanjutnya dianalisis di dalam laboratorium. Sebelum dianalisis di laboratorium, sampel tiram dipisahkan menurut spesiesnya. Setelah itu, tiram dipisahkan antara bagian daging dengan cangkangnya. Cara pemisahannya dengan membuka cangkang dengan betel, kemudian diambil seluruh bagian tubuh tiram dengan menggunakan pinset dan selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik berdasarkan spesiesnya untuk selanjutnya diuji di laboratorium. Pengukuran analisis kadar Hg, Pb dan Cd pada tubuh tiram, air dan sedimen dilakukan oleh Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya Malang. Sampel air, sedimen dan tiram di setiap stasiun pengamatan dilakukan pengujian berdasarkan titik pengambilan sampel sebagai ulangan untuk masing-masing uji kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd.

3.6 Pengukuran Kadar Hg, Pb dan Cd pada Tiram

Pengukuran kadar logam berat Hg, Pb dan Cd pada tubuh tiram dilakukan oleh Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Menimbang 2 gram sampel kering kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam temur dan dipanaskan pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam hingga menjadi abu.

3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan aquaregia (HCl ; HNO_3), setelah itu memanaskan di atas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali di atas kompor listrik perlahan – lahan \pm 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100 ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen.
6. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Pb maka menggunakan lambu Pb, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

3.7 Analisis Parameter Kualitas Air

Analisis parameter Kualitas Air meliputi parameter yang mendukung dan mempengaruhi kehidupan Bivalvia. Parameter yang dianalisis meliputi parameter fisika yaitu suhu dan salinitas sedangkan parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut (DO), TOM serta kadar Hg, Pb dan Cd pada air dan sedimen.

3.7.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Pada penelitian ini pengukuran suhu perairan menggunakan DO meter merek Lutron DO-5510 dengan prosedur kerja sebagai berikut:

1. Menyiapkan DO meter dan menancapkan kabel sensor dengan kotak display DO meter.
2. Menghidupkan alat tersebut dengan menekan tombol "POWER"

3. Mengkalibrasi DO meter pada bagian sensor (probe) dengan aquades dan melakukan pengaturan dengan menggeser tombol pada tulisan O_2 , ditunggu hingga menunjukkan angka 20,9 setelah itu dimatikan.
4. Menghidupkan kembali dengan menekan tombol "POWER" dan menggeser tombol pada satuan mg/l.
5. Mencelupkan bagian sensor (probe) ke dalam perairan serta mendinginkan alat tersebut hingga berhenti dan menunjukkan pada DO dan suhu tertentu dimana kadar DO pada layar terletak di bagian atas sementara suhu pada bagian bawah.
6. Membaca angka yang terukur pada DO meter (jika angka yang muncul tidak stabil tekan tombol "HOLD" untuk menstabilkan)
7. Mencatat hasil pengukuran suhu dengan satuan $^{\circ}C$.

b. Salinitas

Pada penelitian ini pengukuran salinitas perairan menggunakan salinometer merek ATAGO PAL – 06S dengan prosedur kerja sebagai berikut:

1. Menyiapkan salinometer
2. Mengkalibrasi salinometer pada bagian alat yang digunakan (permukaan prisma) dengan aquades sebanyak 2-3 tetes lalu menekan tombol "START" dan tunggu sampai muncul angka 0,0.
3. Mengganti akuades dengan memasukkan air sampel dengan menggunakan pipet tetes pada bagian permukaan prisma salinometer sebanyak 2-3 tetes serta menekan tombol "START"
4. Mendinginkan alat tersebut hingga berhenti dan menunjukkan pada salinitas tertentu.
5. Membaca angka yang terukur pada salinometer dan mencatat hasil
6. pengukuran dengan satuan ppt.

3.7.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) dapat diukur dengan menggunakan pH meter. Pada penelitian ini digunakan pH meter merek Oaktan Waterproof 35631-00 dengan prosedur kerja sebagai berikut:

1. Menyiapkan pH meter dan menghidupkan dengan menekan tombol "ON/OFF"
2. Melakukan kalibrasi dengan menekan tombol MODE untuk memilih mode pengukuran pH serta membuka penutup di bagian probe atau elektrode.
3. Membilas elektroda pH secara menyeluruh dengan akuades
4. Menekan CAL/MEAS untuk memasukkan mode kalibrasi pH.
5. Menunggu nilai pH yang diukur hingga stabil dan menekan ENTER untuk mengkonfirmasi kalibrasi.
6. Ketika kalibrasi selesai, tekan CAL/MEAS untuk kembali ke mode pengukuran pH.
7. Mencelupkan elektrode pH ke dalam air sampel
8. Tunggu beberapa saat hingga nilai pH yang diukur stabil dan mencatat hasil pengukuran.
9. Menekan tombol "ON/OFF" untuk mematikan alat dan sebelumnya membilas elektrode dengan akuades.

b. Kadar oksigen Terlarut (DO)

Kadar oksigen terlarut (DO) suatu perairan dapat diukur dengan menggunakan DO meter atau Oxymeter. Pada penelitian ini digunakan DO meter merek Lutron DO-5510 dengan prosedur kerja sebagai berikut:

1. Menyiapkan DO meter dan menancapkan kabel sensor dengan kotak display DO meter.
2. Menghidupkan alat tersebut dengan menekan tombol "POWER"
3. Mengkalibrasi DO meter pada bagian sensor (probe) dengan aquades dan melakukan pengaturan dengan menggeser tombol pada tulisan O_2 , ditunggu hingga menunjukkan angka 20,9 setelah itu dimatikan.
4. Menghidupkan kembali dengan menekan tombol "POWER" dan menggeser tombol pada satuan mg/l.
5. Mencelupkan bagian sensor (probe) ke dalam perairan serta mendinginkan alat tersebut hingga berhenti dan menunjukkan pada DO dan suhu tertentu dimana kadar DO pada layar terletak di bagian atas sementara suhu pada bagian bawah.
6. Membaca angka yang terukur pada DO meter (jika angka yang muncul tidak stabil tekan tombol "HOLD" untuk menstabilkan)
7. Mencatat hasil pengukuran kadar oksigen terlarut (DO) dengan satuan mg/l.

c. Kadar Bahan Organik (TOM)

Menurut Welky Black dalam Sudjadi *et al.* (1971) pengukuran bahan organik dilakukan dengan menggunakan prosedur kerja sebagai berikut :

1. Memasukkan 10 ml air sampel ke dalam labu erlenmeyer 500 ml
2. Menambahkan 9,5 ml larutan $KmnO_4$
3. Menambahkan 5 ml H_2SO_4

4. Memanaskan larutan diatas hotplate hingga suhu 75 °C.
5. Menunggu larutan dingin samapai dengan suhu 60°C, kemudian masukkan Na-oxalate 1 ml hingga tidak berwarna pertama kali.
6. Mentitrasi dengan KmnO_4 hingga pink pertama kali.
7. Catat vol titrasi dan masukkan rumus:

$$\text{TOM (mg/l)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{V.\text{air sampel}}$$

Keterangan :

X = Volume titrasi sampel

Y = Volume titrasi blanko (0,6)

d. Pengukuran Kadar Hg, Pb dan Cd pada Air

Pengukuran kadar logam berat Hg, Pb dan Cd pada air laut dilakukan oleh Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan di atas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml HNO_3 2,5 N, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukur 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, dikocok sampai homogen.
5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Pb maka menggunakan lambu Pb, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

e. Pengukuran Kadar Hg, Pb dan Cd pada Sedimen

Pengukuran kadar logam berat Hg, Pb dan Cd pada sedimen dilakukan oleh Laboratorium Kimia Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya dimana metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut, yaitu:

1. Menimbang 2 gram sampel kering kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam temur dan dipanaskan pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam hingga menjadi abu.
3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan aquaregia (HCl ; HNO_3), setelah itu memanaskan di atas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali di atas kompor listrik perlahan – lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100 ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen.
6. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya: jika ingin menentukan kadar logam Pb maka menggunakan lampu Pb, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

3.8 Analisis Data

Analisis data menggunakan metode deskriptif yaitu dengan menampilkan data dalam bentuk tabel, gambar dan grafik sehingga menghasilkan informasi mengenai kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tiram, perairan dan sedimen dari perairan pesisir Gresik di Kecamatan Panceng. Menurut Zulnaidi

(2007), metode deskriptif dapat diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan atau melukiskan keadaan subyek atau obyek Penelitian (seseorang, lembaga, masyarakat dan lain-lain) pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Gresik terletak di antara 7° - 8° Lintang Selatan dan 112° - 113° Bujur Timur serta mempunyai luas wilayah 1.191,25 km² yang terdiri dari 994,98 km² luas daratan dan 197,42 km² luas kepulauan (Bawean). Sedangkan luas wilayah perairan adalah 5.773,80 km² yang sangat potensial untuk sektor perikanan laut. Sebagian besar wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2-12 meter diatas permukaan air laut, kecuali kecamatan Panceng dan sebagian Kecamatan Ujung Pangkah yang mempunyai ketinggian 25 meter diatas permukaan air laut serta sepertiga wilayahnya merupakan daerah pesisir pantai yaitu sebagian Kecamatan Kebomas, Kecamatan Gresik, Kecamatan Manyar, Kecamatan Bungah, Kecamatan Ujung Pangkah, Kecamatan Sidayu dan Kecamatan Panceng serta Kecamatan Sangkapura dan Tambak yang berada di Pulau Bawean. Bagian utara Kabupaten Gresik berbatasan dengan Laut Jawa, bagian timur berbatasan dengan Selat Madura, bagian selatan berbatasan dengan Kodya Surabaya, Kabupaten Sidoarjo dan Mojokerto serta bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Lamongan (Kecamatan Panceng Dalam Angka, 2012).

4.1.1 Perairan Pesisir Kecamatan Panceng

Penelitian ini dilakukan di perairan pesisir Kecamatan Panceng, Gresik. Kecamatan Panceng terletak di ujung paling barat dari Kabupaten Gresik, dengan batas – batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Kecamatan Ujung Pangkah dan Kecamatan Sidayu
- Sebelah Selatan : Kecamatan Dukun

- Sebelah Barat : Kabupaten Lamongan

Potensi yang terkandung dari Kecamatan Panceng salah satunya adalah potensi bahari. Potensi bahari Panceng yang didukung dengan garis pantai yang cukup panjang menjadikan Kecamatan Panceng menjadi daerah nelayan yang merupakan sentra penangkapan ikan di wilayah Kabupaten Gresik dan juga sebagai kawasan budidaya kerang dan tiram dengan luas kurang lebih 2.065 Ha (Kecamatan Panceng Dalam Angka, 2012; Teropong, 2012).

4.1.2 Deskripsi Stasiun

Stasiun I

Stasiun I terletak pada area kolam labuh Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo yang padat akan kapal dan aktivitas nelayan. Jumlah nelayan lokal yang mendarat di Kawasan PPI Campurejo rata rata setiap bulan mencapai 1.500 orang dengan jumlah armada sekitar 300 unit kapal penangkap ikan. Peralatan penangkapan ikan yang digunakan nelayan meliputi perahu tanpa motor dan perahu bermotor luar / tempel. Material sedimennya didominasi oleh material pasir dengan sedikit lempung atau pasir halus, sedangkan tanah dasarnya didominasi oleh batuan karang dengan kekerasan rendah (lunak) dan sampai pada karang yang cukup keras. Namun pada stasiun I di sekitar dermaga banyak terdapat sampah yang berasal dari aktivitas tempat pelelangan ikan Campurejo dan juga dari pengunjung yang berkunjung ke dermaga.

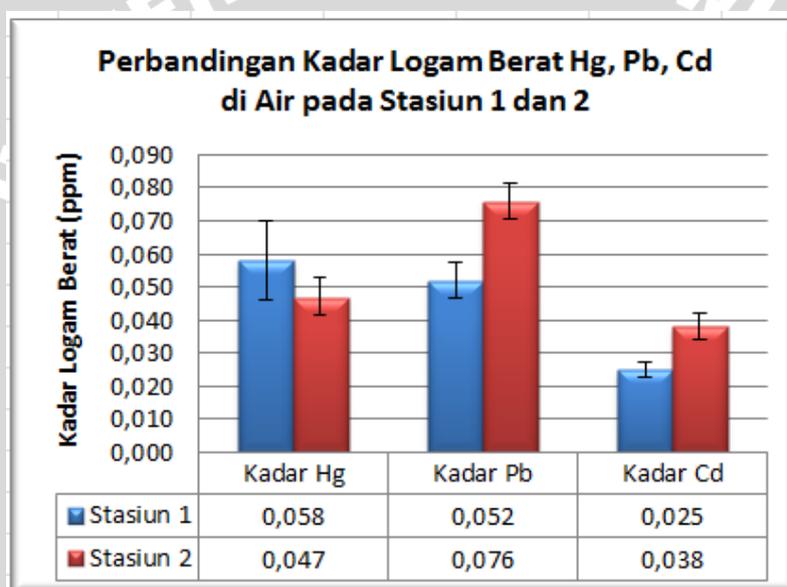
Stasiun II

Stasiun II terletak di Dusun Wonorejo (Mojokopek), Desa Dalegan. Stasiun ini merupakan tempat berlabuh kapal serta tempat pendaratan kerang milik warga dimana dalam sehari rata-rata kapal yang berlabuh ± 30 kapal dan juga terdapat muara yang cukup besar. Jenis substrat di stasiun ini hampir sama dengan stasiun I, yaitu dominan material pasir dengan sedikit lempung atau pasir halus. Selain itu, stasiun ini dekat dengan perumahan penduduk dan di sisi

muara banyak terdapat sampah yang dibuang secara sembarangan oleh penduduk sekitar.

4.2 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di Air Laut

Kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd rata – rata pada air laut baik pada stasiun 1 maupun stasiun 2 menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan bahan pencemar pada dua lokasi pengamatan tersebut. Rata – rata kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd dapat dilihat pada gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di Air pada Stasiun 1 dan 2

Berdasarkan grafik di atas, rata – rata kandungan logam berat Hg di lokasi Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo (Stasiun 1) sebesar $0,058 \pm 0,0121$ ppm dan di tempat pendaratan kerang milik warga Dusun Wonorejo yang juga merupakan daerah muara dan dekat dengan aktivitas penduduk (Stasiun 2) sebesar $0,047 \pm 0,0057$ ppm. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang dikeluarkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 nilai ambang batas untuk logam berat Hg di perairan, khususnya untuk biota adalah

0,001 ppm, maka kandungan logam berat Hg di baik di Stasiun 1 maupun 2 sudah berada di atas ambang batas.

Tingginya kandungan logam berat Hg di kedua lokasi pengamatan dimungkinkan dapat berasal dari limbah kegiatan industri maupun penggunaan senyawa – senyawa merkuri di bidang pertanian. Senyawa merkuri banyak dimanfaatkan untuk pembuatan biosida, terutama untuk fungisida dan bakterisida. Selain itu menurut Widodo (2012), di antara beberapa sumber polutan yang menyebabkan penimbunan merkuri di lingkungan laut, yang terpenting adalah industri penambangan logam, industri biji besi, termasuk metal plating, industri yang memproduksi bahan kimia, baik organik maupun anorganik, dan offshore dumping sampah domestik, lumpur dan lain-lain.

Pada gambar 5 terlihat kandungan logam berat Pb di Stasiun 1 sebesar $0,052 \pm 0,0055$ ppm dan pada Stasiun 2 sebesar $0,076 \pm 0,0055$ ppm. Jika dibandingkan dengan baku mutu yang dikeluarkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, nilai ambang batas untuk logam berat Pb di perairan, khususnya untuk biota laut adalah 0,008 ppm, maka kandungan logam berat Pb di baik di Stasiun 1 maupun 2 sudah berada jauh di atas ambang batas. Kandungan logam berat Pb pada Stasiun 2 menunjukkan rata – rata yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan Stasiun 1, hal ini dikarenakan selain adanya limbah dari aktivitas pendaratan kerang milik warga juga buangan limbah padat dan cair domestik yang terbawa aliran sungai yang bermuara di Stasiun 2 ini. Keadaan di Stasiun 2 juga dekat dengan jalan dan sering dilalui oleh kendaraan bermotor sehingga kemungkinan terjadi emisi Pb dalam bentuk gas yang merupakan hasil samping pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan. Menurut BPLHD Jawa Barat (2009), senyawa Pb-organik seperti Pb-tetraetil dan Pb-tetrametil banyak digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar bensin untuk meningkatkan angka oktan secara ekonomi dan merupakan bagian

terbesar dari seluruh emisi Pb ke atmosfer. Palar (1994) menambahkan bahwa logam Pb dapat masuk ke perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Sedangkan pada Stasiun 1 yang merupakan pangkalan pendaratan ikan (PPI), sumber cemaran Pb lebih banyak berasal dari kegiatan di laut (marina) seperti buangan sisa bahan bakar kapal motor, cat kapal maupun limbah dari Tempat Pelelangan Ikan Campurejo. Menurut Siaka (2008), kapal motor penangkap ikan biasanya menggunakan cat anti korosi yang pada umumnya mengandung Pb.

Pada penelitian ini, kandungan logam berat Cd di lokasi pengamatan Stasiun 1 sebesar $0,025 \pm 0,0020$ ppm dan pada Stasiun 2 sebesar $0,038 \pm 0,0040$ ppm. Sementara itu, nilai baku mutu kandungan logam berat kadmium (Cd) di perairan untuk kehidupan biota laut yang masih ditolerir menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51/Men KLH/I/2004 adalah sebesar 0.001 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cd di baik di Stasiun 1 maupun 2 sudah berada di atas ambang batas.

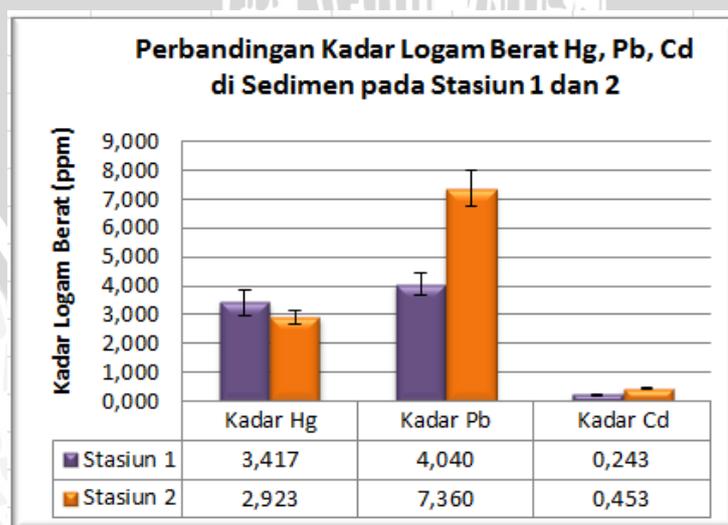
Kandungan rata – rata logam berat Cd lebih tinggi pada Stasiun 2 hal ini kemungkinan karena Stasiun 2 lebih dekat dengan aktivitas penduduk, dimana salah satunya adalah kegiatan pertanian. Menurut Laws (1993), sumber Cd antara lain adalah lahan pertanian yang menggunakan pupuk yang mengandung kadmium dan aliran sungai yang berasal dari lahan tersebut. Sumber lainnya merupakan hasil buangan manusia berasal dari pertambangan, ekstraksi dan pengolahan Zn.

Perbandingan rata-rata kadar tiga logam berat (Hg, Pb dan Cd) secara keseluruhan menunjukkan rata – rata kadar logam berat Pb di kedua lokasi pengamatan merupakan yang paling tinggi selanjutnya kadar logam berat Hg dan terakhir kadar logam berat Cd. Tingginya konsentrasi logam berat timbal (Pb) di air diduga semakin banyaknya logam ini digunakan oleh manusia,

khususnya sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dan aktivitas industri. Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor diduga turut berpengaruh terhadap peningkatan konsentrasi logam timbal di perairan. Selain itu, rata-rata kandungan logam Pb dan Cd lebih tinggi pada Stasiun 2, berbeda halnya dengan rata-rata kandungan logam berat Hg yang lebih tinggi pada Stasiun 1, hal ini dikarenakan sumber cemaran pada Stasiun 2 yang dekat dengan muara sungai lebih beragam bila dibandingkan dengan Stasiun 1, meskipun keduanya sama – sama memiliki aktivitas pelabuhan dengan jumlah kapal yang berbeda.

4.3 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di Sedimen

Secara umum sedimen adalah lapisan bawah yang melapisi sungai, danau, *reservoir*, teluk, muara, dan lautan yang terdiri atas bahan organik dan anorganik. Logam berat yang masuk perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan. Pengendapan logam berat terjadi karena adanya anion karbonat, hidroksil dan klorida (Hutagalung, 1984). Kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd yang terdapat di dalam sedimen pada Stasiun 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini :



Gambar 7. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di Sedimen pada Stasiun 1 dan 2

Berdasarkan pengamatan, rata – rata kandungan logam berat Hg pada sedimen di lokasi Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo (Stasiun 1) sebesar $3,417 \pm 0,4289$ ppm dan di tempat pendaratan kerang milik warga Dusun Wonorejo yang juga merupakan daerah muara dan dekat dengan aktivitas penduduk (Stasiun 2) sebesar $2,923 \pm 0,2498$ ppm. Besar konsentrasi logam jika dibandingkan dengan baku mutu *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997) di sedimen, maka konsentrasi logam merkuri telah berada pada level tes, dimana nilai konsentersasi merkuri $> 1,6$ mg/l. Hal ini diartikan bahwa Perairan Pesisir Gresik, Kecamatan Panceng telah tercemar ringan oleh logam merkuri.

Pada gambar 7 terlihat rata – rata kandungan logam berat Pb pada sedimen di Stasiun 1 sebesar $4,040 \pm 0,3915$ ppm dan pada Stasiun 2 sebesar $7,360 \pm 0,6085$ ppm. Besar konsentrasi logam berat Pb pada sedimen masih berada di bawah tingkat aman standar internasional baku mutu menurut *Dutch Quality Standards for Metals in Sediments* (IADC/CEDA 1997). Mengacu pada baku mutu yang ada, dijelaskan bahwa pada level target, konsentrasi maksimum logam Pb adalah 85 ppm. Penjelasan yang terdapat pada *Dutch Quality Standards for Metals in Sediments* menyatakan bahwa jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan (IADC/CEDA, 1997).

Pada penelitian ini, kandungan logam berat Cd pada sedimen di lokasi pengamatan Stasiun 1 sebesar $0,243 \pm 0,0256$ ppm dan pada Stasiun 2 sebesar $0,453 \pm 0,0465$ ppm. Konsentrasi logam berat kadmium di sedimen secara umum jika dibandingkan dengan *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997) menunjukkan bahwa konsentrasi logam kadmium di sedimen pada Perairan Pesisir Gresik, Kecamatan Panceng tergolong dalam

level target karena nilai konsentrasinya lebih kecil dari baku mutu level target yakni $< 0,8$ mg/l sehingga substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.

Secara keseluruhan, rata – rata kandungan logam berat Hg baik di Stasiun 1 maupun Stasiun 2 mengindikasikan bahwa perairan pesisir Gresik telah tercemar ringan oleh logam merkuri. Sementara rata – rata kandungan logam berat Pb dan Cd masih tergolong dalam level target dimana substansi yang ada (Pb dan Cd) pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan. Logam berat merkuri (Hg) merupakan logam dengan tingkat toksisitas yang paling tinggi bila dibandingkan dengan logam lainnya. Sutamihardja *et al.* (1982) mengurutkan berdasarkan sifat kimia dan fisiknya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) sebagai berikut: merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co). Tingkat toksisitas yang tinggi ini menyebabkan Hg dapat mencemari perairan dan sedimen meskipun dalam jumlah yang sedikit bila dibandingkan dengan logam lainnya.

Bila dibandingkan dengan kadar Hg, Pb dan Cd di air baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2 (Gambar 6), kadar ketiga logam berat ini di dalam sedimen menunjukkan pola yang sama dimana rata-rata kadar tiga logam berat (Hg, Pb dan Cd) secara keseluruhan menunjukkan rata – rata kadar logam berat Pb di kedua lokasi pengamatan merupakan yang paling tinggi selanjutnya kadar logam berat Hg dan terakhir kadar logam berat Cd. Sementara itu, rata-rata kandungan logam Pb dan Cd lebih tinggi pada Stasiun 2, berbeda halnya dengan rata-rata kandungan logam berat Hg yang lebih tinggi pada Stasiun 1. Keadaan ini menunjukkan bahwa kandungan logam berat yang ada di dalam air berbanding lurus dengan kandungan logam berat di dalam sedimen. Dalam hal ini, semakin tinggi kandungan logam berat yang ada di air maka logam berat yang ada di

sedimen juga tinggi. Hal ini dikarenakan logam berat yang ada di air akan diendapkan dalam sedimen oleh partikel-partikel. Menurut Ruslan (2010) dalam Purnawan (2013), apabila konsentrasi logam lebih besar dari daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan asam yang ada dalam air seperti karbonat, hidroksil dan klorida, maka logam tersebut akan diendapkan. Sementara itu, menurut Harahap (1991), logam berat bersifat mengendap dalam perairan dan bersatu dengan sedimen, hal ini menyebabkan kadar logam berat dalam sedimen umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan kolom perairan.

Rata – rata kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd di sedimen menunjukkan nilai yang lebih tinggi pada Stasiun 2 dibandingkan Stasiun 1, kecuali Hg. Hal ini dimungkinkan karena adanya pengaruh arus yang lebih tinggi pada Stasiun 1 yang membawa sedimen menuju laut sehingga konsentrasi dalam sedimen menjadi lebih rendah. Menurut Hutagalung (1984), besar kandungan logam berat yang mengendap di dasar perairan pada daerah dengan arus tenang akan jauh lebih banyak jika dibandingkan perairan berarus kuat.

Secara keseluruhan, kandungan logam berat Pb dan Cd di dalam sedimen masih dalam level aman kecuali Hg yang telah mengindikasikan pencemaran ringan, namun hal ini perlu diwaspadai karena kandungan ketiga logam berat tersebut di perairan sudah berada di atas ambang batas. Menurut Maslukah (2006), perilaku logam berat dipengaruhi oleh interaksi antara fase larutan dan padatan. Konsentrasi logam terlarut di perairan secara cepat hilang pada saat berhubungan dengan permukaan materi partikulat melalui beberapa fenomena ikatan permukaan yang berbeda (ikatan koloid, adsorpsi, dan presipitasi) sehingga menyebabkan dekomposisi dan penambahan konsentrasinya di dalam sedimen (proses sedimentasi). Namun adanya pengaruh kondisi perairan yang bersifat dinamis melalui proses kimia, fisika dan biologis dapat menyebabkan komponen logam berat tersebut kembali lagi ke kolom air.

4.4 Jenis Tiram di Perairan Pesisir Gresik, Kecamatan Panceng

Jenis tiram yang ditemukan di perairan pesisir Gresik, Kecamatan Panceng berasal dari genus *Crassostrea*. Menurut Angell (1986), tiram dimasukkan dalam keluarga (famili) Ostreidae atau Fillibranchia. Keluarga Ostreidae dibagi dalam tiga marga (genus), yaitu *Ostrea*, *Crassostrea* atau *Saccostrea*. Berdasarkan hasil penelitian terdapat 2 jenis tiram dari genus *Crassostrea* yang ditemukan di kedua lokasi pengamatan, yaitu *Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*. Merujuk pada Arfiati (2007) bahwa di Jawa Timur dapat ditemukan empat jenis tiram, yaitu *Crassostrea glomerata*, *Crassostrea iredalei*, *Crassostrea cucullata* dan *Ostrea sp.*

Pengklasifikasian atau taksonomi dari tiram *Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata* menurut (Zipcodezoo.com, 2013) adalah sebagai berikut :

Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Order	: Pterioida
Family	: Ostreidae
Genus	: <i>Crassostrea</i>
Spesies	: <i>Crassostrea iredalei</i> (Faustino, 1932)
	: <i>Crassostrea glomerata</i> (Gould, 1850)

Pada tiram, lapisan dalam merupakan tempat menempelnya otot pada cangkang. Salah satu ciri dari genus *Crassostrea* yang dapat digunakan untuk identifikasi tiram, yaitu terdapat jejak otot adductor berupa garis pialial (Sugiarti, et al., 2005). Menurut Galtsoff (1964), pada genus *Crassostrea* jejak otot ini nampak jelas dan berwarna coklat tua atau hitam. Cangkang tiram (*Crassostrea* spp) kokoh dan tidak sama karena terdiri dari bagian mangkok (lebih cekung) dan bagian tutup yang mendatar. Ciri-ciri ini sama dengan hasil pengamatan pada kedua jenis tiram yang ditemukan di perairan pesisir Gresik, Kecamatan Panceng (lihat Gambar 8 dan 11).

4.4.1 Karakteristik *Crassostrea iredalei*

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, kedua cangkang *Crassostrea iredalei* memiliki ukuran yang tidak sama besar, dimana cangkang bagian bawah berbentuk melengkung dan lebih cekung sementara cangkang atas berbentuk pipih, rata (datar) dan juga kasar (bersisik) dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Morfologi Luar dan Dalam *Crassostrea iredalei* (dokumentasi pribadi, 2013)



Gambar 9. Morfologi Luar *Crassostrea iredalei* (Idris, 2006)

Menurut Poutiers (1998) dalam Idris (2006), cangkang *Crassostrea iredalei* berwarna putih keabuan dengan sedikit warna ungu. Dari segi fisik, *C. iredalei* memiliki bentuk yang tidak simetris pada kedua cangkangnya. Jarak di antara dorsal dengan ventral (tinggi) lebih besar daripada jarak antara anterior dengan posterior (panjang) sehingga menyebabkan cangkangnya berbentuk pipih. Cangkang atas memiliki bentuk yang lebih kecil, rata, tipis dan bersisik pada bagian luarnya, sedangkan cangkang bawah memiliki bentuk yang melengkung, tebal dan memiliki permukaan yang halus pada bagian luarnya. Bagian dalam cangkang berwarna putih keabu-abuan sementara jejak otot aduktor di bagian posterior berwarna ungu kehitaman (Rosell, 1991; Poutiers, 1998 dalam Idris, 2006).



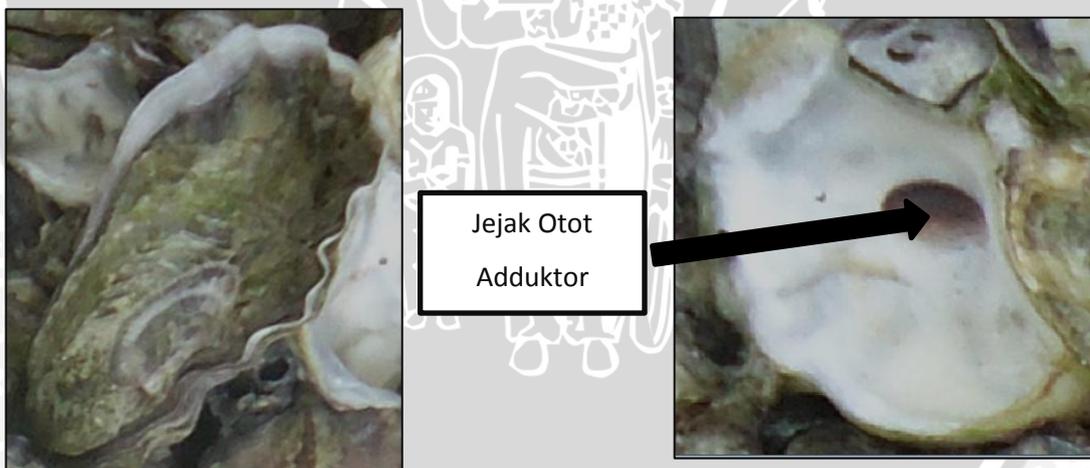
Gambar 10. Morfologi Dalam *Crassostrea iredalei* (Idris, 2006)

Pada stasiun 1 dan 2, *Crassostrea iredalei* lebih banyak ditemukan menempel pada bagian bangunan dermaga yang lebih tinggi. *Crassostrea iredalei* adalah tiram yang mendiami daerah muara sungai yang dipengaruhi pasang surut laut, kanal, teluk dan juga laguna yang memiliki aliran dari wilayah daratan serta nilai salinitas yang lebih rendah dari laut terbuka (Rosell, 1991; Young & Serna, 1982; Zulfigar & Tan, 2000 dalam Idris, 2006). Namun ternyata toleransi *C. iredalei* terhadap salinitas tergantung pada lokasi dimana spesies

berada, hal ini dikarenakan pada Stasiun 1 dan 2 memiliki salinitas antara 34 – 35 ppt. Wong, et al. (1991) dalam Idris (2006), telah melaporkan bahwa di Malaysia, spat (larva yang telah mengendap ke permukaan substrat) dan tiram dewasa *C. iredalei* dapat ditemukan di daerah yang memiliki kisaran salinitas di antara 5 ppt sampai 33 ppt. Rentang tersebut adalah memiliki toleransi yang lebih besar dari populasi keseluruhan *C. iredalei* yang ada di Filipina yaitu 17.0 ppt sampai 29.0 ppt.

4.4.2 Karakteristik *Crassostrea glomerata*

Karakteristik morfologi bagian luar dari *Crassostrea glomerata*, yaitu bentuk cangkang atas yang lebih kecil daripada cangkang bawah, selain itu bagian tepi cangkang membentuk alur yang bergelombang. Cangkang *C. glomerata* berwarna coklat kusam keunguan sementara bagian dalamnya berwarna putih dengan jejak otot adduktor yang berwarna ungu kehitaman.



Gambar 11. Morfologi Luar dan Dalam *Crassostrea glomerata* (dokumentasi pribadi, 2013)

Cangkang *Crassostrea glomerata* berwarna coklat kusam dengan warna ungu, cangkang bagian dalam berwarna putih dengan tepian berwarna ungu. Pada sebagian besar spesimen karakteristik pita ungu muncul di sekitar tepi cangkang bawah. Cangkang bawah dilaminasi dengan tepian yang terkadang

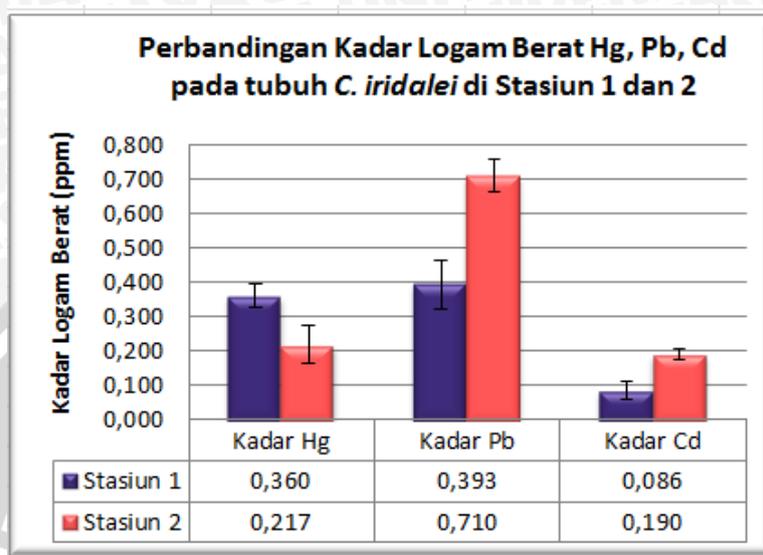
memproyeksikan bentuk seperti semburan. Cangkang atas adalah opercular, tanpa dentikulasi dan sedikit lebih kecil dari cangkang bawah. Otot adduktor berwarna ungu, terletak pada bagian dorsal, berbentuk kacang dan dengan sedikit cekungan menghadap ke area engsel. Engsel sempit, beralur dan membentuk paruh kecil (Siddiqui dan Ahmed, 2002).

Pada Stasiun 1, *C. glomerata* banyak ditemukan menempel pada bebatuan karang sementara pada Stasiun 2 *C. glomerata* banyak ditemukan menempel pada bagian bawah jembatan. Dari kedua lokasi pengamatan, *C. glomerata* hidup pada lokasi cukup yang terlindung dari ancaman gelombang besar, seperti pada Stasiun 1, spesies ini terlindung oleh adanya dermaga dan juga pada Stasiun 2 terlindung di bawah jembatan. Menurut Siddiqui dan Ahmed (2002), habitat spesies ini biasanya terdapat dalam lingkungan yang terlindungi, sekitar 1,5 - 3,0 m tinggi pasang surut. Kadang-kadang juga dapat ditemukan dalam kondisi semi-terlindung tapi tidak pernah ditemukan di lingkungan terbuka dengan aksi gelombang yang kuat. Dapat ditemukan di dekat tanda air yang tinggi, dalam pemecah gelombang (backwaters) dan anak sungai membentuk hanya satu lapisan tiram serta tidak membiarkan lapisan kedua untuk tumbuh berkembang di atasnya (kecuali pada cangkang tiram yang sudah mati). Spesies ini dapat membentuk pita dengan lebar 0,6 - 0,9 m jika tumbuh di substrat vertikal.

4.5 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di *Crassostrea iredalei*

Tiram merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang filter feeder atau menyerap makanan termasuk makanan yang mengandung logam berat. Organisme yang hidup sedentary atau menetap, tidak bisa menghindari dari kontaminan dan mempunyai toleransi tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu sehingga dapat mengakumulasi logam lebih besar

dari hewan lainnya (Darmono, 1995). Pengamatan kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd rata-rata pada *Crassostrea iredalei* di Stasiun 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut:



Gambar 12. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di *C.iredalei* pada Stasiun 1 dan 2

Berdasarkan grafik di atas, rata – rata kandungan logam berat Hg pada tiram *C. iredalei* di lokasi Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo (Stasiun 1) sebesar $0,360 \pm 0,0346$ ppm dan di tempat pendaratan kerang milik warga Dusun Wonorejo yang juga merupakan daerah muara dan dekat dengan aktivitas penduduk (Stasiun 2) sebesar $0,217 \pm 0,0550$ ppm. Jika dibandingkan dengan batas maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran kandungan logam berat Hg maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu 1,0 ppm, maka kandungan logam berat Hg baik di Stasiun 1 maupun 2 masih berada di bawah ambang batas.

Pada gambar 10 terlihat rata – rata kandungan logam berat Pb pada tiram *C. iredalei* di lokasi pengamatan Stasiun 1 sebesar $0,393 \pm 0,0702$ ppm dan di Stasiun 2 sebesar $0,710 \pm 0,0458$ ppm. Mengacu pada batas maksimum yang

ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran kandungan logam berat Pb maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu sebesar 1,5 ppm, maka kandungan logam berat Pb baik di Stasiun 1 maupun 2 masih berada di bawah ambang batas.

Rata – rata kandungan logam berat Cd pada tubuh tiram *C.iredalei* di lokasi pengamatan Stasiun 1 sebesar $0,086 \pm 0,0257$ ppm dan di Stasiun 2 sebesar $0,190 \pm 0,0180$ ppm. Apabila dibandingkan dengan batas maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran kandungan logam berat Cd maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu 1,0 ppm, maka kandungan logam berat Hg baik di Stasiun 1 maupun 2 masih berada di bawah ambang batas.

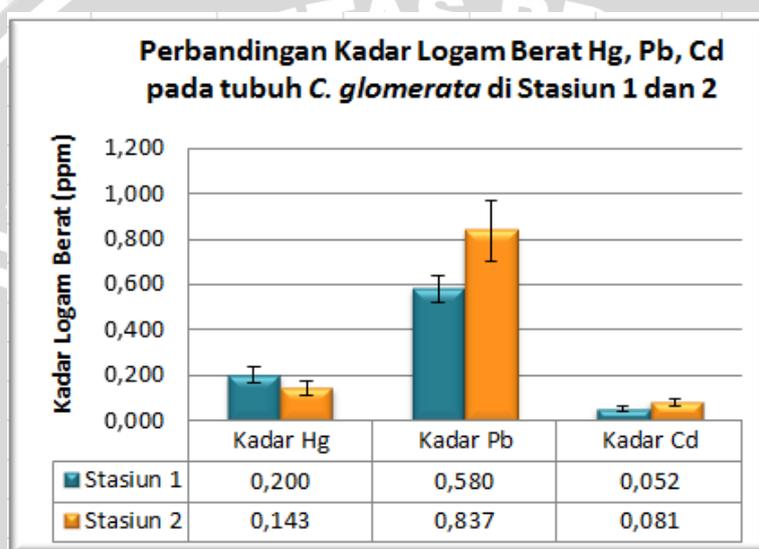
Rata – rata kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2 menunjukkan bahwa kadar ketiga logam berat tersebut masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Rata – rata kandungan logam berat mulai dari yang tertinggi – terendah berturut- turut adalah logam berat Pb, Hg dan Cd. Sementara itu, kandungan Pb dan Cd lebih tinggi pada Stasiun 2 dan kandungan Hg lebih tinggi pada Stasiun 1, hal ini menunjukkan pola yang sama dengan kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada air (lihat gambar 6) dimana baik kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd di air maupun *C. iredalei*, keduanya berbanding lurus. Hal ini dimungkinkan karena *Crassostrea iredalei* mendapat pengaruh langsung dari perairan karena sifatnya yang filter feeder atau menyaring makanan.

Masuknya logam berat ke dalam tubuh *Crassostrea iredalei* lebih banyak melalui saluran pernapasan dan pencernaan. Menurut Darmono (1995), logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan,

yaitu saluran pernapasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi melalui saluran pernapasan biasanya cukup besar. Adsorpsi yang masuk ke dalam pencernaan biasanya cukup besar tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan presentase absorpsinya cukup kecil.

4.6 Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd di *Crassostrea glomerata*

Kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd rata - rata pada *Crassostrea glomerata* di Stasiun 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 13 sebagai berikut:



Gambar 13. Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di *C.glomerata* pada Stasiun 1 dan 2

Berdasarkan grafik di atas, rata – rata kandungan logam berat Hg pada tiram *C.glomerata* di lokasi Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Campurejo (Stasiun 1) sebesar $0,200 \pm 0,0346$ ppm dan di tempat pendaratan kerang milik warga Dusun Wonorejo yang juga merupakan daerah muara dan dekat dengan aktivitas penduduk (Stasiun 2) sebesar $0,143 \pm 0,0288$ ppm. Jika dibandingkan dengan batas maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran kandungan logam berat Hg maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan

teripang yaitu 1,0 ppm, maka kandungan logam berat Hg baik di Stasiun 1 maupun 2 masih berada di bawah ambang batas.

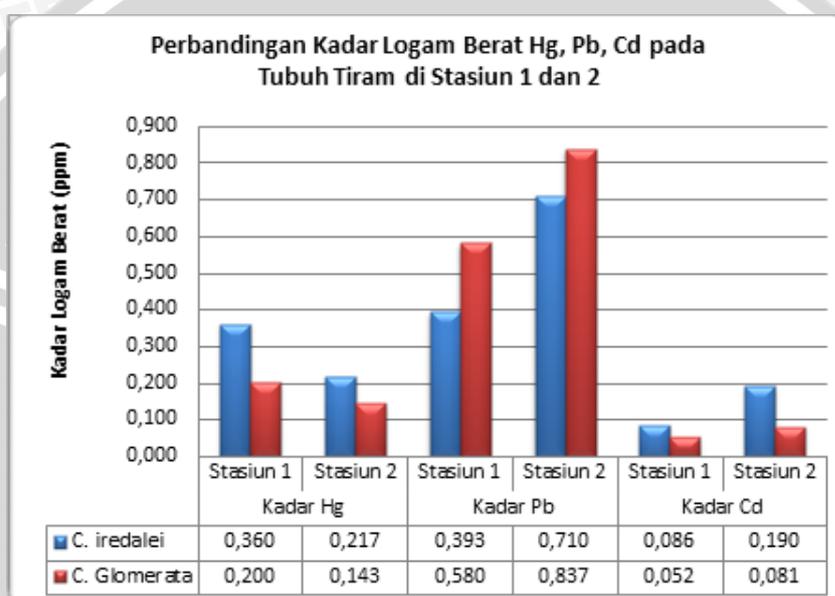
Pada gambar 13 terlihat rata – rata kandungan logam berat Pb pada tiram *C. glomerata* di lokasi pengamatan Stasiun 1 sebesar $0,580 \pm 0,0600$ ppm dan di Stasiun 2 sebesar $0,837 \pm 0,1331$ ppm. Mengacu pada batas maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran kandungan logam berat Pb maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu sebesar 1,5 ppm, maka kandungan logam berat Pb baik di Stasiun 1 maupun 2 masih berada di bawah ambang batas.

Rata – rata kandungan logam berat Cd pada tubuh tiram *C. glomerata* di lokasi pengamatan Stasiun 1 sebesar $0,052 \pm 0,0106$ ppm dan di Stasiun 2 sebesar $0,081 \pm 0,0181$ ppm. Apabila dibandingkan dengan batas maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran kandungan logam berat Cd maksimum pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu 1,0 ppm, maka kandungan logam berat Hg baik di Stasiun 1 maupun 2 masih berada di bawah ambang batas.

Hasil pengukuran kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd menunjukkan bahwa rata – rata kandungan ketiga logam berat tersebut dalam *Crassostrea glomerata* masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan. Rata – rata kandungan logam berat mulai dari yang tertinggi – terendah berturut- turut adalah logam berat Pb, Hg dan Cd. Sementara itu, kandungan Pb dan Cd lebih tinggi pada Stasiun 2 dan kandungan Hg lebih tinggi pada Stasiun 1, keadaan ini juga menunjukkan pola yang sama dengan grafik kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd baik di air maupun di dalam tubuh *C.iredalei*. Hal ini dimungkinkan karena *Crassostrea glomerata* juga mendapat pengaruh langsung dari perairan.

4.7 Perbandingan Kadar Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada *Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*

Berdasarkan hasil penelitian terdapat 2 jenis tiram dari genus *Crassostrea* yang ditemukan di kedua lokasi pengamatan, yaitu *Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*. Berikut adalah perbandingan rata – rata kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada kedua spesies tersebut baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2 (gambar 14).



Gambar 14. Perbandingan Rata – rata Kadar Logam Hg, Pb dan Cd di dalam tubuh *Crassostrea glomerata* dan *Crassostrea iredalei* pada Stasiun 1 dan 2

Dari grafik di atas, terlihat bahwa rata – rata kandungan logam berat Hg dan Cd lebih tinggi pada *C. iredalei* dibandingkan *C. glomerata*, sementara untuk rata-rata kandungan logam berat Pb lebih tinggi pada *C. glomerata* baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2. Masuknya logam berat ke dalam tubuh *Crassostrea iredalei* maupun *Crassostrea glomerata* lebih banyak melalui saluran pernapasan dan pencernaan. Kedua jenis tiram ini mendapat pengaruh langsung dari perairan karena sifatnya yang filter feeder atau menyaring makanan. Menurut Barnes (1968), proses penyaringan pada bivalvia masuk melalui sifon inkuren dan

tersaring di insang. 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 *Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata* mempunyai mucus atau lendir yang penyusun utamanya adalah glikoprotein. Sehingga diduga logam tersebut terikat menjadi metallothienin karena penyusun utamanya adalah sistein yaitu protein yang tergolong dalam gugus sulfidril (-SH) yang mampu mengikat logam. Oleh karena sifat mucus insang yang mengalami regenerasi, maka logam berat (termasuk kadmium) yang telah terikat pada mucus insang turut terlepas dari tubuhnya (Overnell dan Sparla, 1990). Masih terkait dengan mekanisme filter-feeder, aliran air laut akan berlanjut menuju ke labial palp dimana pada bagian tersebut akan melalui beberapa proses penyaringan dengan cilia-cilia. Partikel yang berukuran kecil akan lolos, sementara yang berukuran besar akan dikeluarkan kembali melalui sifon-inkuren dalam bentuk pseudofeces (Pechenik, 2000).

Bila dibandingkan dengan kandungan Hg, Pb dan Cd di perairan, kadar ketiga logam berat di dalam tubuh kedua jenis tiram (*Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*) lebih tinggi. Hal ini dikarenakan sifat logam berat yang tidak bisa larut dalam air dan tidak bisa diuraikan sehingga mudah terikat atau masuk ke dalam tubuh organisme sehingga kandungan logam berat di dalam tubuh organisme bisa lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat itu di perairan. Menurut Darmono (1995) sifat logam berat sangat unik, tidak dapat dihancurkan secara alami dan cenderung terakumulasi dalam rantai makanan melalui proses biomagnifikasi.

Tingginya kandungan logam berat pada tubuh tiram juga dimungkinkan karena kadar logam berat di perairan pesisir Gresik sudah berada di atas

ambang batas menurut Kepmen LH No 51 tahun 2004. Menurut Darmono (2001), organisme air sangat dipengaruhi oleh keberadaan logam berat di dalam air, terutama pada konsentrasi yang melebihi batas normal. 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 pernapasan (insang), saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit (Darmono, 2001).

Secara keseluruhan, jika dibandingkan dengan batas maksimum yang ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran maksimum kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang yaitu 1,0 ppm, 1,5 ppm dan 1,0 ppm maka kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tubuh tiram masih berada di bawah ambang batas. Namun, untuk kebutuhan konsumsi, perlu adanya batasan karena kandungan logam berat pada tubuh tiram dapat terus meningkat seiring dengan adanya akumulasi logam berat. Badan Kesehatan Dunia (WHO) dan FAO *dalam* Basalmah (2006), menetapkan batas masukan Hg per minggu (*Provisional Tolerable Weekly Intake*), yaitu sebanyak 300 µg untuk total Hg per 70 kg berat badan. Batasan masukan Cd per minggu, yaitu 400 – 500 µg per 70 kg berat badan dan batas masukan Pb per minggu, yaitu 700 µg per 70 kg berat badan.

4.8 Analisis Kualitas Air

Kondisi lingkungan di perairan pesisir Gresik, Kecamatan Panceng diukur untuk memastikan lingkungan tempat hidup tiram, selain itu pencemaran logam dalam perairan sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik dan kimia air. Sifat fisik dan kimia air tersebut seperti suhu, salinitas, pengaruh pH atau kadar O₂ terlarut dalam air. Kondisi lingkungan perairan pesisir Gresik, Kecamatan Panceng digambarkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel. Data Kualitas Air

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Kisaran Optimum / batas yang diperbolehkan
Suhu	29,5 °C	30,1 °C	28 ⁰ – 30 ⁰ C (Kepmen LH No. 51 tahun 2004)
Oksigen terlarut	13,3 mg/l	9,6 mg/l	≥5 mg/l (Kepmen LH No. 51 tahun 2004)
Salinitas	35 ppt	34 ppt	27 – 33 ppt (Idris, 2006)
pH	7,88	7,3	7 – 8,5 (Kepmen LH No. 51 tahun 2004)
TOM	5,056 ppm	15,168 ppm	≤20 ppm (Effendi, 2003)

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap suatu organisme. Beberapa faktor lingkungan bahkan dapat berpengaruh pada ritme biologi suatu organisme karena faktor lingkungan tersebut mempengaruhi proses metabolisme secara langsung. Menurut Hutagalung (1984), faktor-faktor yang memengaruhi tingkat toksisitas logam berat antara lain suhu, salinitas, pH, dan kesadahan. Penurunan pH dan salinitas perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Peningkatan suhu menyebabkan toksisitas logam berat meningkat. Sedangkan kesadahan yang tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat, karena logam

berat dalam air dengan kesadahan tinggi membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam air.

Nilai suhu perairan pada waktu pengamatan (Tabel 5) pada Stasiun 1 yaitu, 29,5°C sementara pada Stasiun 2 suhu perairan berada pada 30,1°C. Pengukuran suhu dilakukan mengingat pentingnya parameter ini dalam mempelajari proses-proses fisika, kimia dan biologi. Pada biota atau organisme yang hidup di suatu perairan, suhu mempengaruhi proses-proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh tiram selain itu, peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan daya larut oksigen terlarut dan juga akan menaikkan daya racun bahan-bahan tertentu. Suhu air terutama di lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intensitasnya berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari.

Kisaran suhu secara umum di Perairan Indonesia berkisar 28-31°C (Nontji, 2007), kisaran suhu yang mampu ditoleransi suatu biota laut yaitu berkisar 20-35°C (Rahman, 2006). Sedangkan berdasarkan baku mutu Kepmen LH No 51 tahun 2004 untuk biota laut berkisar 28-30°C, sementara itu tiram dapat hidup dari perairan dingin sampai panas (Galtsoff, 1964). Toleransi suhu untuk beberapa jenis tiram tidak sama, tetapi pada suhu 4°C telah dapat ditemukan tiram *Ostrea edulis*. Sedangkan tiram bakau *Crassostrea rhizophorae* dapat hidup pada suhu 34°C. Secara umum untuk pemijahan tiram biasanya memerlukan suhu yang hangat di atas 20°C, kecuali *Crassostrea iredalei* yang banyak tumbuh di Asia Tenggara pada kisaran suhu 30-33°C (Bardach, *et al.*, 1972 dalam Wulandari, 2011). Berdasarkan hal tersebut, nilai suhu di kedua stasiun pengamatan masih berada pada kisaran normal dan dapat ditoleransi oleh biota air terutama tiram.

Konsentrasi oksigen terlarut (DO) menyatakan besarnya kandungan oksigen yang terlarut dalam suatu perairan. Konsentrasinya dipengaruhi oleh suhu,

salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Konsentrasinya juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk perairan (Effendi, 2003). Berdasarkan pengamatan, tercatat kadar oksigen terlarut pada Stasiun 1 sebesar 13,3 mg/l sementara pada Stasiun 2 kadar oksigen terlarut, yaitu 9,6 mg/l. Kadar oksigen terlarut pada Stasiun 1 lebih tinggi karena pengaruh pergerakan massa air baik arus dan gelombang yang menyebabkan difusi oksigen dari udara ke kolom perairan terjadi dengan baik dibandingkan dengan Stasiun 2. Dari hasil pengamatan terhadap kadar oksigen terlarut di perairan dapat disimpulkan konsentrasi oksigen terlarut di perairan berada pada kondisi optimal, hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 dimana kadar oksigen terlarut perairan harus diatas 5 mgO₂/l. Nilai oksigen terlarut yang didapat masih dalam kisaran normal dan baik untuk mendukung kehidupan organisme perairan.

Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat (CO₃²⁻) telah diubah menjadi oksida, bromida dan iodida diganti oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi sempurna (Forch *et al.*, 1902 dalam Sanusi, 2006). Salinitas memiliki nilai yang berbeda di setiap lokasi. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 2007). Pada umumnya perairan laut lepas (*off shore*) memiliki salinitas sebesar 35 ‰.

Nilai salinitas perairan pada waktu pengamatan (Tabel 5) pada Stasiun 1 yaitu, 35 ppt sementara pada Stasiun 2 salinitas perairan yaitu 34 ppt. Jika dilihat dari hasil pengamatan, terlihat bahwa salinitas antara Stasiun 1 dan Stasiun 2 tidak menunjukkan perbedaan yang berarti, hal ini mungkin dikarenakan meskipun Stasiun 2 berada dekat dengan muara sungai tetapi pengaruh paling besar berasal dari lautan. Selain itu juga karena pada waktu pengambilan

sampel, kondisi pada Stasiun 2 sudah mulai terjadi pasang air laut. Kondisi ini sesuai seperti yang dikemukakan oleh Nybakken (1998) bahwa kondisi perairan daerah estuari dipengaruhi oleh pengaruh daratan dan lautan. Dimana nilai salinitas tinggi terjadi saat pengaruh dari lautan lebih dominan dibandingkan pengaruh dari daratan, yaitu ketika terjadi pasang. Nilai salinitas yang terukur pada kedua stasiun pengamatan masih dapat ditoleransi oleh tiram. Menurut Wong, *et al.* (1991) dalam Idris (2006), telah melaporkan bahwa di Malaysia, spat (larva yang telah mengendap ke permukaan substrat) dan tiram dewasa *C. iredalei* dapat ditemukan di daerah yang memiliki kisaran salinitas di antara 5 ppt sampai 33 ppt.

Nilai pH perairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat. Pada pH alami laut logam berat sukar terurai dan dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi. Pada pH rendah, ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air. Selain hal tersebut, pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkat toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan (Novotny dan Olem, 1994). Berdasarkan pengamatan, tercatat pH perairan pada Stasiun 1 sebesar 7,88 sementara pada Stasiun 2 pH yang terukur, yaitu 7,3. Berdasarkan nilai pH tersebut baik pada Stasiun 1 maupun Stasiun 2 dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan masih tergolong baik, hal ini sesuai dengan baku mutu pH perairan menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004 yang berkisar pada pH 7,0 - 8,5.

Bahan organik total atau *total organic matter* (TOM) menggambarkan jumlah bahan organik suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, bahan organik tersuspensi dan koloid (Prianto, *et al.*, 2006). Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis di laboratorium didapatkan hasil bahan organik total (TOM) di Stasiun 1 sebesar 5,056 ppm, sedangkan pada Stasiun 2 kadar bahan

organik total yang tercatat, yaitu 15,168 ppm. Kandungan bahan organik total yang cukup tinggi pada Stasiun 1 dibandingkan dengan Stasiun 2 dikarenakan adanya pengaruh dari bahan organik yang terbawa melalui aliran sungai yang mengalir menuju Stasiun 2 selain itu banyaknya sampah rumah tangga yang langsung di buang di sekitar Stasiun 2. Menurut Faizal *et al.* (2011), banyaknya suplai bahan organik yang masuk ke dalam perairan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain limpasan atau besarnya debit sungai, luas daerah tangkapan hujan, curah hujan, dan intensitas penggunaan bahan organik (N dan P) di daratan serta penduduk yang berada di sekitar daerah aliran sungai.

Pasang surut yang berlangsung di Panceng bersifat diurnal yakni pasang surut harian tunggal beraliran yang mempunyai sekali air tinggi dan air rendah dalam waktu kira-kira sehari semalam. Pasang terjadi pada waktu matahari terbit dan surut sejak matahari terbenam dan sangat berpengaruh dalam proses sedimentasi di pantai. Tinggi pasang surut sebesar 2,1 m. Arus terjadi didominasi oleh arus muson. Pada musim muson barat (Desember- Juni) arus bergerak dari barat laut dengan kecepatan 0,4 m/s dan pada musim Timur (Juni – Desember) dengan kecepatan 0,25 m/s. Arus pasang surut sangat lemah di sekitar pantai dan bergerak sejajar dengan garis pantai sedangkan arus yang dibawa oleh gelombang besar bergerak tegak lurus dengan pantai sebesar 0,5 m/s (Dinas Kelautan, Perikanan dan Peternakan Kab. Gresik, 2013) Pasang surut berpengaruh terhadap ketersediaan makanan di habitat hidup tiram karena tiram merupakan organisme *filter feeder*, yaitu organisme yang menyaring makanan yang tersedia. Fenomena pasang surut ini mempengaruhi sebagian besar kehidupan di pantai dan di daerah perairan dangkal, yaitu aktivitas hidup maupun metabolisme dalam tubuh organisme.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah:

- Kondisi di pesisir Gresik, Kecamatan Panceng sudah tercemar oleh logam berat Hg, Pb dan Cd dan perlu diwaspadai, hal ini dikarenakan kandungan ketiga logam berat tersebut di perairan pada 2 lokasi pengamatan, yaitu Pelabuhan PPI Campurejo, Desa Campurejo (Stasiun 1) dan di area sekitar tempat pendaratan kerang milik warga di Dusun Wonorejo (Mojokopek), Desa Dalegan (Stasiun 2) telah berada di atas ambang batas menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 tentang batasan kadar logam berat di perairan, khususnya untuk biota laut. Keadaan ini tentunya akan turut mempengaruhi kandungan logam berat di sedimen maupun tiram (*Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*) yang dapat terus meningkat seiring waktu, meskipun berdasarkan penelitian kandungan logam berat di sedimen maupun pada tiram masih berada pada level yang aman menurut *Dutch Quality Standards for Metal in Sediment* (IADC/CEDA, 1997) untuk sedimen dan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 yang membatasi cemaran maksimum logam berat pada kekerangan (bivalve) moluska dan teripang.
- Sifat logam berat Hg, Pb dan Cd yang tidak bisa larut dalam air dan tidak bisa diuraikan sehingga mudah terikat dan masuk ke dalam tubuh organisme serta mengendap dalam sedimen menyebabkan kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd pada tubuh tiram (*Crassostrea iredalei* dan *Crassostrea glomerata*) serta pada sedimen berdasarkan penelitian, lebih tinggi dibandingkan kandungan ketiga logam berat tersebut di dalam air.

- Kandungan logam berat mulai dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut adalah Pb, Hg dan Cd. Kandungan Pb dan Cd lebih tinggi pada Stasiun 2 dan kandungan Hg lebih tinggi pada Stasiun 1.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi perairan pesisir Gresik yang sudah tercemar logam berat Hg, Pb dan Cd membutuhkan adanya upaya pengendalian aktivitas masyarakat dengan melibatkan seluruh *stakeholder* terkait, seperti pelarangan pembuangan limbah industri, limbah rumah tangga maupun limbah aktivitas pelabuhan yang mengandung logam berat secara sembarangan di sekitar pesisir. Diperlukan pula adanya kegiatan monitoring kualitas air khususnya logam berat di perairan Pesisir Gresik oleh pemerintah daerah minimal dilakukan setahun sekali. Upaya pembatasan konsumsi tiram melalui kegiatan sosialisasi kepada masyarakat sekitar Pesisir Gresik terkait batasan konsumsi tiram/kerang per minggu dan lain-lain. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai interaksi antar logam Hg, Pb dan Cd terhadap tiram, laju penyerapan logam berat oleh tiram untuk memprediksi pencemaran logam berat serta peranan kualitas air terhadap logam berat di dalam tubuh tiram.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, A. 2009. Konsentrasi Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Air, Seston, Kerang dan Fraksinasinya dalam Sedimen di Perairan Delta Berau, Kalimantan Timur. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Amriani. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa L.*) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis L.*) di perairan Teluk Kendari. TESIS. Program Magister Ilmu Lingkungan Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Angell, C.L. 1986. The Biology and Culture of Tropical Oysters. ICLARM Studies and Reviews 13. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 42 p.
- Apriadi, D. 2005. Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cr pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna Viridis L.*) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Insitut Pertanian Bogor. Bogor
- Apriani, R.S. dan P. Wijaya. 2011. Penurunan Salinitas Air Payau dengan Menggunakan Resin Penukar Ion. Universitas Pembangunan Nusantara Veteran. Surabaya.
- Arfiati, D. 2007. Kemampuan Tiga Jenis Tiram dalam Biofilter Fitoplankton. DISERTASI.. Program Pasca Sarjana. Universitas Brawijaya Malang.
- Astuty, R.D. 2011. Kandungan Logam Berat Cd dan Cu berdasarkan Ukuran Partikel Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Jawa Barat. 2009. Pencemaran Pb (Timbal). <http://www.bplhdjabar.go.id/>. Diakses pada tanggal 7 Februari 2014 pukul 06.21 WIB.
- Barnes, R., 1968. Invertebrate Zoology. W.B Saunders Company. London.
- Barus, T.A. 1996. Metode Ekologis untuk Menilai Kualitas Perairan Lotik. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- _____. 2004. Pengantar Limnologi, Studi tentang Ekosistem Danau dan Sungai. Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Basalmah, L. 2006. Kandungan Logam Berat Hg, Cd dan Pb Dalam Air dan Ikan di Perairan Ujungpangkah, Jawa Timur. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bengen. 2002. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Sipnosis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bryan, G.W. 1976. Heavy metal contamination in the sea. *In* R. Johnston (Ed.) Effects of pollutants on aquatic organisms. Cambridge University Press. Cambridge.
- Budiono, A. 2003. Pengaruh Pencemaran Merkuri terhadap Biota Air. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Clark, R. B. 1986. Marine Pollution. Clarendon Press. Oxford.
- Connel. D. W. and Miller. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Dahuri, R., J. Rais., S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Wilayah Pesisir secara Terpadu. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Makhluk hidup. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- _____. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Dinas Kelautan, Perikanan dan Peternakan Kab. Gresik. 2013. Review Total Desain PPI Campurejo. Gresik.
- Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan (POM) No. 03725/B/SK/VII/89 tentang Batas Maksimum Cemar Logam dalam Makanan.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air : Bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Faizal, A., J.Jompa, N.Nessa dan C. Rani. 2011. Dinamika Spasio-Temporal Tingkat Kesuburan Perairan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Utara. FKIP. Universitas Hassanudin. Makassar.
- Fajri, N. E. 2001. Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd dan Pb dalam air laut, sedimen dan tiram (*C. cucullata*) di Perairan Pesisir Kec. Pedes Kab.

Karawang Jawa Barat. TESIS. Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Fardiaz, S. 1992. Polusi Air Dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Galtsoff, P.S. 1964. The American Oyster (*Crassostrea virginica*). Fishery Bulletin of The Fish and Wildlife Service. Vol 64. 489 p.

[GESAMP] Group Expert on Scientific Aspect of Marine Pollution. 1985. Report of The Seven Session. WHO (World Health Organization).

Harahap. S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisika-Kimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos Makro. Institut Pertanian Bogor. 167 hlm.

Hariyadi, S. Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. Limnologi Metode Kualitas Air. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.

Hasim. 2003. Kerang sebagai Biofilter Logam Berat. Harian KOMPAS. Edisi 02 September 2003.

Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1984. Pengantar Oseanografi. Penerbit UI Press. Jakarta.

Hutagalung, H.P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oceana* IX No. 1. Hal 12-19.

_____. 1985. Raksa (Hg). *Jurnal Oseana*. **10** (3) : 93-105. ISSN 0216-1877.

IADC/CEDA, 1997, Environmental aspects of dredging - conventions, codes and conditions: marine disposal. International Association of Dredging Companies (IADC), & Central Dredging Association (CEDA), Netherlands, 1-71.

Idris, I. 2006. Pengaruh Faktor-Faktor Persekitaran Terhadap Pertumbuhan dan Kemandirian Tiram Komersil, *Crassostrea Iredalei* (Faustino) Di Kawasan Penternakan Tiram Di Kg. Telaga Nenas, Perak. Universiti Sains Malaysia.

Irawan, A., Aminullah, Dahlan, Ismail, S. Bahri dan Y. Fahdian. 2009. Faktor-faktor Penting dalam Proses pembesaran Ikan di Fasilitas Nursery dan Pembesaran. Program Alih Jenjang Diploma-IV. ITB-SEAMOLEC-VEDCA.

Irianto, A., D. Sipatuhar dan A. Sudrajat. 1994. Observasi Tiram *Crassostrea* spp. Tanjung Pinang dan Perairan Bintan, Kepulauan Riau. *Warta Balitdita*. Vol 6 no.1. 19-21.

- Kecamatan Panceng Dalam Angka. 2012. Publikasi Data.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2007. Survey Bahan Pencemar di Beberapa Pelabuhan Utama di Indonesia.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut.
- Koentjaraningrat. 1983. Metode-metode Penelitian Masyarakat. Cetakan ke-3 Gramedia. Jakarta.
- Laws, E. A. 1993. Aquatic Pollution an Introductory Text. Third Edition. Canada (US): J Wiley. 611 hlm.
- Lu, F.C. 2006. Toksologi Dasar Asas, Organ Sasaran dan Penelitian Resiko. Penerbit UI Press. Jakarta.
- Maslukah, L. 2006. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Pola Sebarannya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. TESIS. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mezei, T. 2010. About Oyster. <http://www.ostrea.org/oysters.html>. Diakses pada tanggal 1 Februari 2014 pukul 14.00 WIB.
- Mukhsor. 2002. Pencemaran Pesisir dan Laut. Cetakan Pertama. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Mulyanto. 2008. Metode Sampling. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Nontji A. 2007. Laut Nusantara. Edisi Revisi. Penerbit Gramedia. Jakarta.
- Novotny, V. and Olem, H. 1994. Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution. Van Nostrans Reinhold. New York.
- Nybakken, J.W. 1998. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia. Jakarta.
- Overnell, J and Sparla, A, M., 1990. The Binding of Cadmium to Crab Cadmium Metallothiensein. *Biochem. J.* **267** : 539- 540.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Rineka cipta, Jakarta.
- Panji, Y. 2011. Metode Penelitian Komunikasi. Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Pechenik, J.A., 2000. Biology of the Invertebrates. McGraw Hill Company. New York. USA.

- Pratami CE. 2005. Sebaran moluska (bivalvia dan gastropoda) di Perairan Teluk Jobokuto, Pantai Kartini, Jepara, Jawa Tengah. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Prianto, E., Husnah, S. Nurdawaty dan Asyari. 2006. Kebiasaan Makan Ikan Biawan (*Helostoma teminckii*) di Danau Sababila DAS Barito Kalimantan Tengah. *Jurnal Protein*. **14** (2).
- Razak, H. 1986. Kandungan Logam Berat di Perairan Ujung Watu dan Jepara. *Oseanologi di Indonesia*, **21**: 1 – 20.
- Reilly, C. 1991. Metal contamination food. Second edition. Elsevier science Publisher LTD. London and New York.
- Racmansyah, P.R, Dalfiah, Pongmasak dan T, Ahmad. 1998. Uji toksisitas logam berat terhadap benur udang windu dan nener bandeng. *Jurnal Perikanan Indonesia*.
- Roberts, D. 1976. Mussel and pollution *in* B. L. Bayne (ed), marine mussel: their ecology and physiology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Rohilan, I. 1992. Keadaan sifat fisika dan kimia perairan di Pantai Zona Industri Krakatau Steel Cilegon. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*, **30** (3): 21 – 26. ISSN 0216-1877.
- Sanusi, H. S. 2006. KIMIA LAUT. Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. Prartono T, Supriyono E, editor. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. 188 hlm.
- Sarjono, A. 2009. Kandungan Logam Berat Cd, Pb dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. SKRIPSI. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sasmaya. 2011. Metodologi Penelitian. Universitas Pendidikan Indonesia. Jakarta.
- Siaka, I. M. 2008. Korelasi antara Kedalaman Sedimen di Pelabuhan Benoa dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu. *Jurnal Kimia*. **2** (2): 61-70.
- Siddiqui, G dan M. Ahmed. 2002. Oyster Species of The Sub Tropical Coast of Pakistan (Northern Arabian Sea). *Indian Journal of Marine Sciences*. **31** (2): 108-118.

- Sinurat, G. 2009. Studi tentang Nilai Produktivitas Primer di Pangururan Perairan Danau Toba. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Subarijanti, H.U. 1994. Diktat Kuliah Limnology. NUFFIC/ UNIBRAW/ LUW/ FISH. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sudarmaji, J.Mukono dan Corie, I.P. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. **2** (2): 129-142.
- Sudjadi, M., Widjik, dan M. Soleh. 1971. Penuntun Analisa Tanah, bagian Kesuburan Tanah. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Sugiarti, S., B. Widigdo, Y. Wardiatno dan M. Krisanti. 2005. Avertebrata Air. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suraya, U., Ardianor dan Kembarawati. 2011. Kualitas Air yang Mempengaruhi Populasi Bakteri Patogen di Sungai Kahayan Kota Palangka Raya. *Journal of Tropical Fisheries*. **6** (2): 577 – 582.
- Suryabrata. 1989. Metodologi Penelitian. Rajawali Press. Jakarta.
- Suryanto, A. M. 2011. Pencemaran Lingkungan (Sumber, Dampak dan Upaya Penanggulangannya). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Susana, T. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. **5** (2) : 33-39. ISSN: 1829-6572.
- Sutamihardja, R.T.M., Adnan, K. dan Sanusi. 1982. Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya. Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Teropong. 2012. Buletin Balitbang Provinsi Jawa Timur. Edisi 66, November – Desember 2012.
- Tugiyono. 2007. Bioakumulasi Logam Hg dan Pb di Perairan Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *J. Sains MIPA*. **13** (1): 44 – 48.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil.
- Wibowo, Y.A. 2005. Ancaman dan Pengendalian Pencemaran Logam Berat di Kawasan Estuaria. Universitas Hang Tuah. Surabaya.

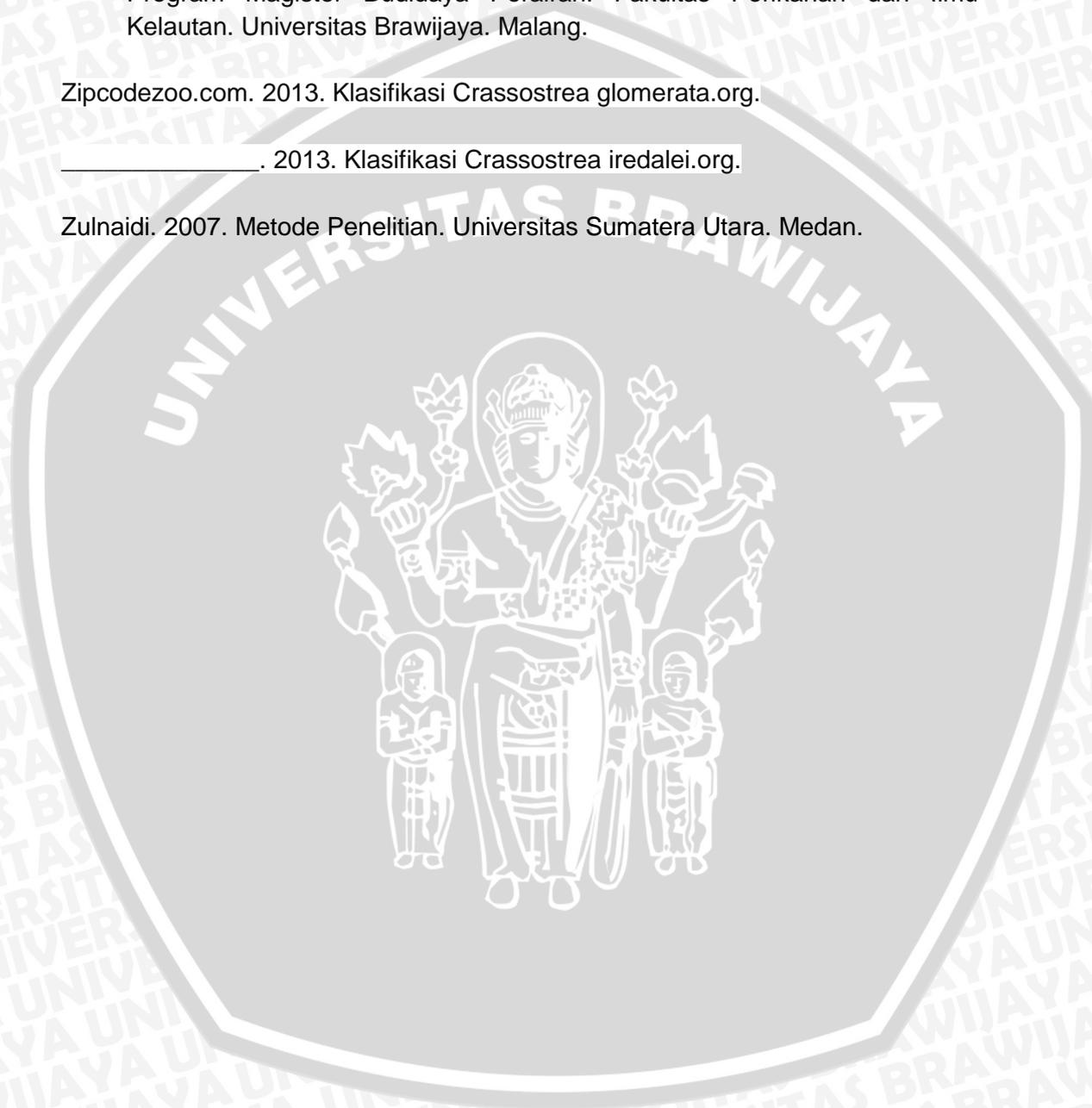
Widodo, F.I. 2012. Dampak Pencemaran Merkuri terhadap Biota Air dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Lingkungan Hidup*. **3** (1): 30-40.

Wulandari, E. 2011. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Karakteristik Haemocyte Tiram (*Saccrostrea glomerata*) dari Perairan Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi Trenggalek, Jawa Timur. TESIS. Program Magister Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

Zipcodezoo.com. 2013. Klasifikasi *Crassostrea glomerata*.org.

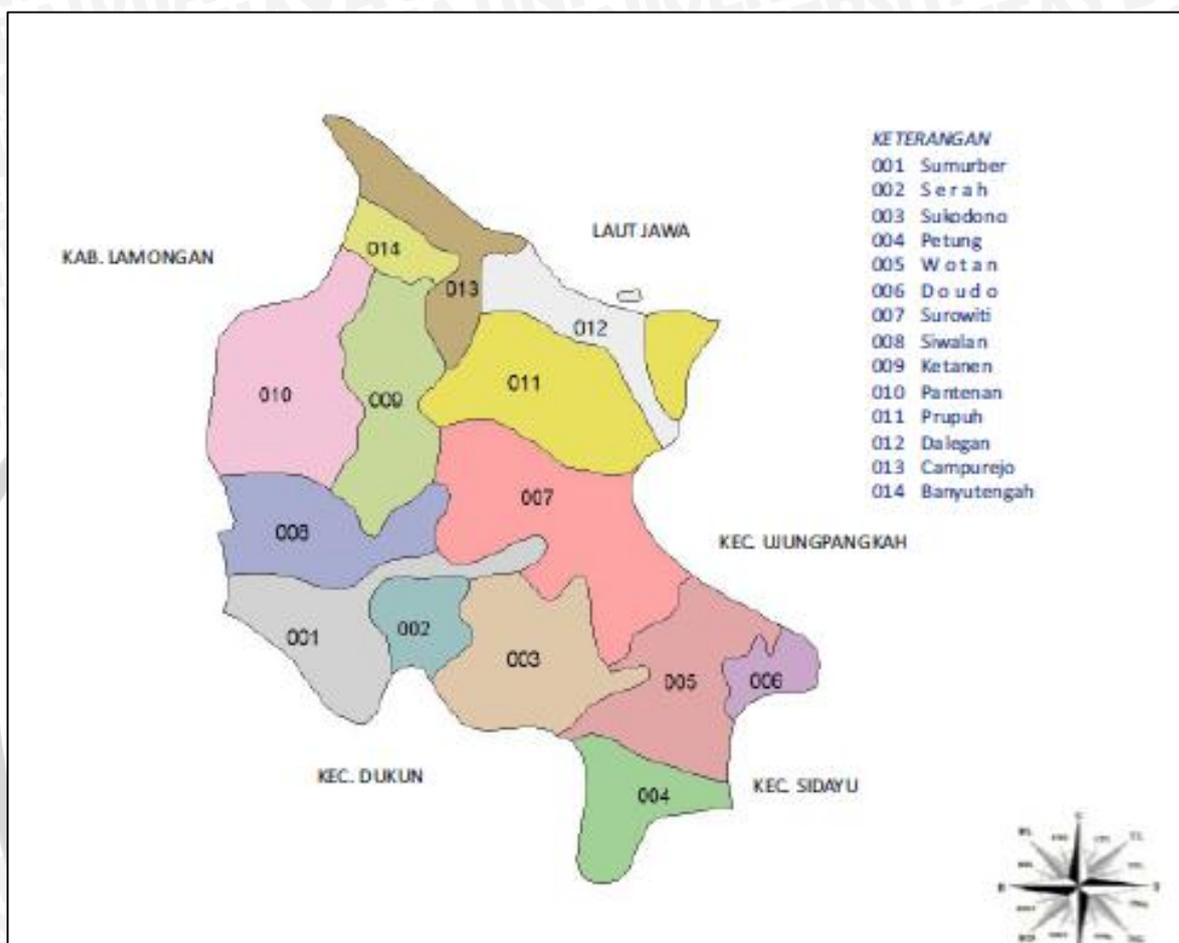
_____ . 2013. Klasifikasi *Crassostrea iredalei*.org.

Zulnaidi. 2007. Metode Penelitian. Universitas Sumatera Utara. Medan.



Lampiran 1. Denah Kecamatan Panceng dan Lokasi Sampling

Denah Kecamatan Panceng



(Kecamatan Panceng Dalam Angka, 2012)



PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL DI PESISIR GRESIK, JAWA TIMUR



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

ANNISA BIAS CAHYA NIURANI
105080100111026
Manajemen Sumber Daya Perairan

- Legenda :
- Stasiun Penelitian
 - 1 Stasiun 1
 - 2 Stasiun 2

Insert



Sumber :
Googleearth, 2014



Lampiran 2. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada Air

KADAR LOGAM BERAT Hg			KADAR LOGAM BERAT Pb			KADAR LOGAM BERAT Cd		
	Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2
Ulangan 1	0,065	0,054	Ulangan 1	0,047	0,076	Ulangan 1	0,026	0,039
Ulangan 2	0,044	0,044	Ulangan 2	0,058	0,070	Ulangan 2	0,023	0,042
Ulangan 3	0,065	0,044	Ulangan 3	0,052	0,081	Ulangan 3	0,027	0,034
Rata-rata	0,058	0,047	Rata-rata	0,052	0,076	Rata-rata	0,025	0,038
SD	0,012124	0,005774	SD	0,005508	0,005508	SD	0,002082	0,004041
min	0,046	0,042	min	0,047	0,070	min	0,023	0,034
max	0,070	0,053	max	0,058	0,081	max	0,027	0,042

Lampiran 3. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada Sedimen

KADAR LOGAM BERAT Hg			KADAR LOGAM BERAT Pb			KADAR LOGAM BERAT Cd		
	Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2
Ulangan 1	3,740	2,980	Ulangan 1	4,170	7,130	Ulangan 1	0,250	0,451
Ulangan 2	2,930	2,650	Ulangan 2	3,600	8,050	Ulangan 2	0,215	0,408
Ulangan 3	3,580	3,140	Ulangan 3	4,350	6,900	Ulangan 3	0,265	0,501
Rata-rata	3,417	2,923	Rata-rata	4,040	7,360	Rata-rata	0,243	0,453
SD	0,428991	0,249867	SD	0,391535	0,608523	SD	0,025658	0,046544
min	2,988	2,673	min	3,648	6,751	min	0,218	0,407
max	3,846	3,173	max	4,432	7,969	max	0,269	0,500

Lampiran 4. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada *C. iredalei*

KADAR LOGAM BERAT Hg			KADAR LOGAM BERAT Pb			KADAR LOGAM BERAT Cd		
	Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2
Ulangan 1	0,380	0,220	Ulangan 1	0,400	0,660	Ulangan 1	0,093	0,192
Ulangan 2	0,320	0,270	Ulangan 2	0,320	0,720	Ulangan 2	0,057	0,207
Ulangan 3	0,380	0,160	Ulangan 3	0,460	0,750	Ulangan 3	0,107	0,171
Rata-rata	0,360	0,217	Rata-rata	0,393	0,710	Rata-rata	0,086	0,190
SD	0,034641	0,055076	SD	0,070238	0,045826	SD	0,025794	0,018083
min	0,325	0,162	min	0,323	0,664	min	0,060	0,172
max	0,395	0,272	max	0,464	0,756	max	0,111	0,208

Lampiran 5. Analisa Kandungan Logam Berat Hg, Pb dan Cd pada *C. glomerata*

KADAR LOGAM BERAT Hg			KADAR LOGAM BERAT Pb			KADAR LOGAM BERAT Cd		
	Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2		Stasiun 1	Stasiun 2
Ulangan 1	0,220	0,110	Ulangan 1	0,520	0,690	Ulangan 1	0,050	0,078
Ulangan 2	0,220	0,160	Ulangan 2	0,640	0,950	Ulangan 2	0,064	0,100
Ulangan 3	0,160	0,160	Ulangan 3	0,580	0,870	Ulangan 3	0,043	0,064
Rata-rata	0,200	0,143	Rata-rata	0,580	0,837	Rata-rata	0,052	0,081
SD	0,034641	0,028868	SD	0,06	0,133167	SD	0,010693	0,018148
min	0,165	0,114	min	0,520	0,704	min	0,042	0,063
max	0,235	0,172	max	0,640	0,970	max	0,063	0,099

