

**HUBUNGAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA AIR DENGAN DAGING
TIRAM (*Crassostrea cucullata*) DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI
MAYANGAN PROBOLINGGO, JAWA TIMUR**

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

**Oleh:
ROSIDYAH NOVITA ARIMBI
NIM. 0910810070**



**MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013**

**HUBUNGAN KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA AIR DENGAN
DAGING TIRAM (*Crassostrea cucullata*) DI PELABUHAN PERIKANAN
PANTAI MAYANGAN PROBOLINGGO, JAWA TIMUR**

Oleh:

**ROSIDYAH NOVITA ARIMBI
NIM. 0910810070**

Telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 11 Juni 2013 dinyatakan
telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

(Ir. Putut Wijanarko, MP)
NIP. 19591230 198503 2 002
Tanggal:

Dosen Penguji II

(Dr. Yuni Kilawati S.Pi.,M.si)
NIP. 19730703 200501 2 002
Tanggal:

Dosen Pembimbing I

(Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati MS)
NIP. 19591230 198503 2 002
Tanggal:

Dosen Pembimbing II

(Ir. Mulyanto, M.Si)
NIP. 19600317 198602 1 001
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal:

RINGKASAN

Rosidyah Novita Arimbi (0910810070). Skripsi tentang Hubungan Kandungan Timbal (Pb) pada Air dengan Daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) di Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan Probolinggo, Jawa Timur. (Di bawah bimbingan Prof.Dr.Ir. Diana Arfiati. MS dan Ir. Mulyanto. M.Si.)

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik. Jika terdapat logam berat Pb dalam jumlah yang besar dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis. Bahan pencemar ini jika berada di atas ambang batas dalam suatu perairan, maka akan terjadi ketidakseimbangan lingkungan perairan yang akhirnya menyebabkan kehidupan perairan terganggu Kahar (1989) dalam Yuniarti (2010). Keberadaan logam berat Pb dalam perairan akan sulit mengalami degradasi bahkan logam tersebut akan diabsorpsi dalam tubuh organisme dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan dan pencernaan (Darmono, 1995 dalam Bangun, 2005). Perairan Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan telah terdeteksi mengandung logam berat Pb.

Tiram merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder* atau menyerap makanannya termasuk kontaminan logam berat. Organisme yang hidup *sedentary* atau menetap, tidak bisa menghindari kontaminan dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu sehingga dapat mengakumulasi logam lebih besar dari hewan lainnya (Darmono, 1995 dalam Arfiati dkk, 2012).

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Mei 2013 di perairan Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan Probolinggo, Laboratorium Fakultas MIPA dan Laboratorium Hidrologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan Pb pada perairan dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) serta mengetahui hubungan kandungan Pb pada perairan dengan kandungan Pb daging tiram (*Crassostrea cucullata*).

Metode yang digunakan adalah survei dengan penjelasan deskriptif melalui penentuan beberapa titik sampling yaitu stasiun 1 di daerah dermaga, stasiun 2 di TPI dan stasiun 3 di daerah mangrove, air dan daging tiram diambil 3 sampel tiap stasiun dan diulang sebanyak 3 kali kemudian dianalisis kadar logam berat menggunakan AAS. Selain itu, dilakukan pengamatan kualitas air laut pada saat sampling.

Rata – rata kadar logam berat Pb di stasiun 1 (dermaga) yaitu 0,051 mg/l, di stasiun 2 (TPI) 0,024 mg/l dan di stasiun 3 (mangrove) 0,034 mg/l. Pada daging Tiram stasiun 1 (dermaga) 0,618 mg/l, stasiun 2 (TPI) 0,276 mg/l dan stasiun 3 (mangrove) 0,410 mg/l.

Hasil analisis regresi antara logam berat Pb pada air dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) diperoleh persamaan regresi linier $y = 11,34x + 0,029$ dengan R 99,9 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara Pb air dengan daging tiram berhubungan kuat tetapi tidak nyata. Analisis kualitas air diketahui pada PPP Mayangan masih berada dalam kisaran hidup tiram (*Crassostrea cucullata*) yaitu suhu didapat 29°C - 34°C, pH 7-10, salinitas 26-32 ppt, DO 8-10 mg/l TOM 10,11 mg/l – 24 mg/l.

Kondisi perairan PPP Mayangan mengandung logam berat Pb, terbukti dimana semakin tinggi Pb di air maka semakin tinggi pula Pb didalam daging tiram (*Crassostrea cucullata*), kandungan Pb air dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) di PPP Mayangan melebihi ambang batas baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup maka disarankan kepada masyarakat yang mengkonsumsi tiram untuk melakukan *treatment* khusus sebelum mengkonsumsi tiram agar kandungan Pb yang ada pada daging tiram dapat berkurang sehingga aman untuk dikonsumsi.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul **“Hubungan Kandungan Timbal (Pb) pada Air dengan Tiram (*Crassostrea cucullata*) di Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan Probolinggo, Jawa Timur”**. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT berkat limpahan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
2. Ir. Putut Widjanarko.MP selaku Ketua Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan dan Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan.
3. Prof.Dr.Ir. Diana Arfiati.MS selaku Dosen Pembimbing I dan Ir.Mulyanto.M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
4. Ir. Putut Widjanarko. MP dan Dr. Yuni Kilawati SP.i.,M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran kepada penulis.
5. Orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materil.
6. Teman-teman Oyster team Probolinggo, sahabat Onah dan teman – teman MSP 09 yang selalu memberi semangat dan dukungan sampai penyusunan laporan skripsi ini selesai.
7. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah membantu selama penelitian berlangsung serta dalam penyusunan laporan.

Penulis sadar bahwa laporan ini jauh dari sempurna, maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat mendukung demi kesempurnaan laporan ini.

Penulis berharap semoga isi laporan ini dapat berguna bagi semua pihak. Akhir kata penulis mohon maaf atas segala kekurangan.

Malang, 03 Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
RINGKASAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1LatarBelakang.....	1
1.2 RumusanMasalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Kegunaan	3
1.5 WaktudanTempat.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 LogamBerat.....	5
2.2 Logam Berat Timbal Timbal (Pb).....	5
2.3 Logam Berat Pb di Alam.....	7
2.4 Logam Berat Pb di Perairan	8
2.5 Logam Berat Pb pada Sedimen.....	9
2.6 Logam Berat Pb di Organisme.....	11
2.7 Tiram (<i>Crassostrea cucullata</i>).....	12
2.7.1 Klasifikasi Tiram	12
2.7.2 Anatomi Tiram	13
2.7.3 Makan dan Kebiasaan Makan	14
2.7.4 Mekanisme Penyerapan Makanan Oleh Tiram.....	15
2.8 Kondisi Fisika dan Kimia Air	17
2.8.1 Suhu.....	17
2.8.2 Salinitas	17
2.8.3 Oksigen Terlarut (DO)	18
2.8.4 Bahan Organik (TOM)	19
2.8.5 Derajat Keasaman (pH).....	19
2.3.6 Pasang Surut	20

III. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Metode Pengumpulan Data	22
3.4 Pengambilan Sampel	22
3.5 Analisa Sampel	23
3.5.1 Prosedur Analisa Timbal (Pb)	23
3.5.2 Metode Analisa Kualitas Air	24
3.6 Analisis Data	27

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Umum Penelitian	28
4.1.1 Stasiun Pengamatan 1	29
4.1.2 Stasiun Pengamatan 2	30
4.1.3 Stasiun Pengamatan 3	30
4.2 Hasil Analisis Timbal (Pb) pada Air	31
4.3 Hasil Analisis Timbal (Pb) pada daging Tiram	35
4.4 Hubungan Timbal Pb pada Air dengan Daging Tiram	38
4.5 Parameter Kualitas Air	40
4.4.1 Suhu	40
4.4.2 Derajat Keasaman (pH)	41
4.4.3 Salinitas	41
4.4.4 Oksigen Terlarut (DO)	41
4.4.5 TOM (Total Organik Mater)	42
4.4.6 Pasang Surut	43

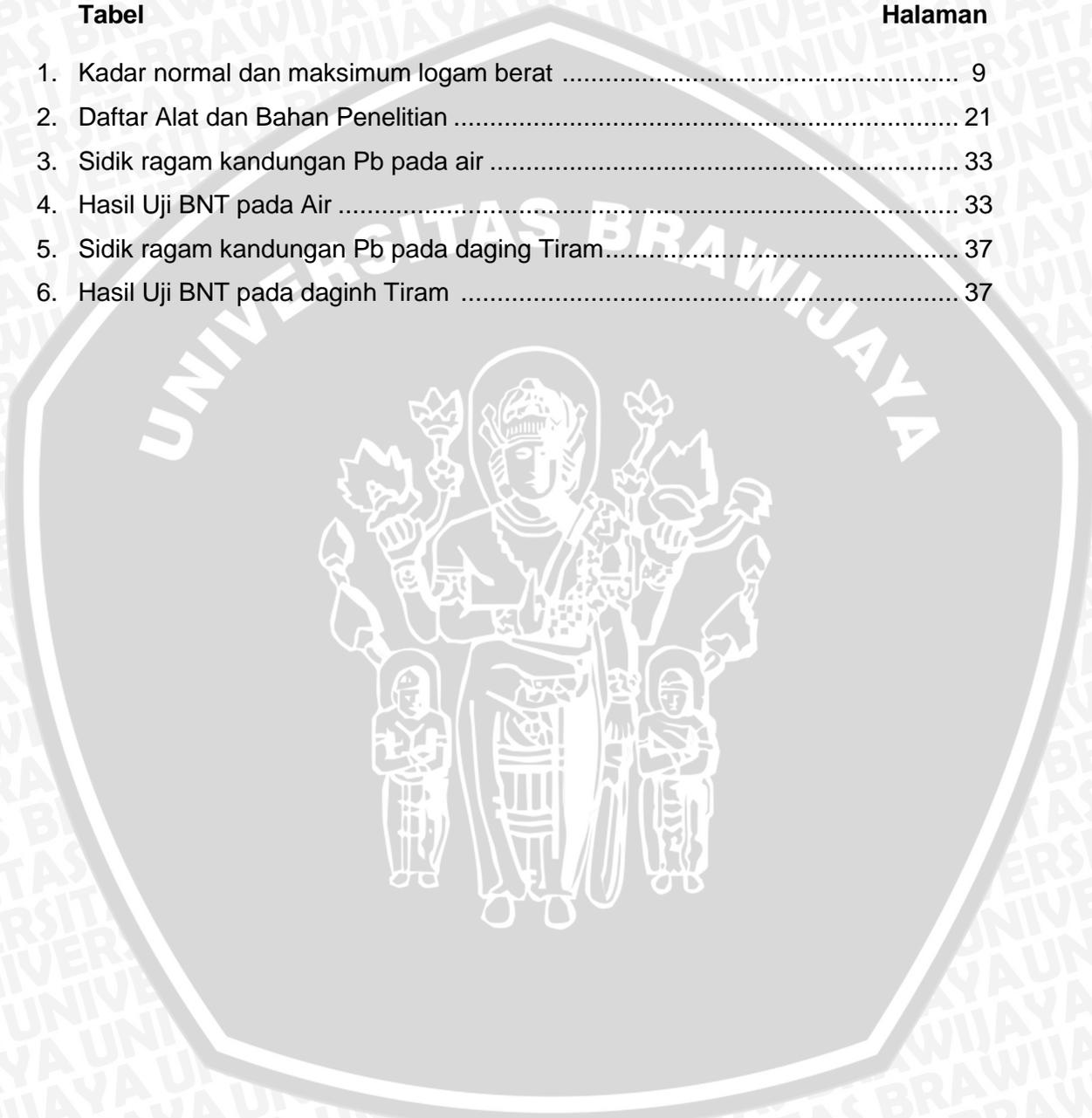
V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

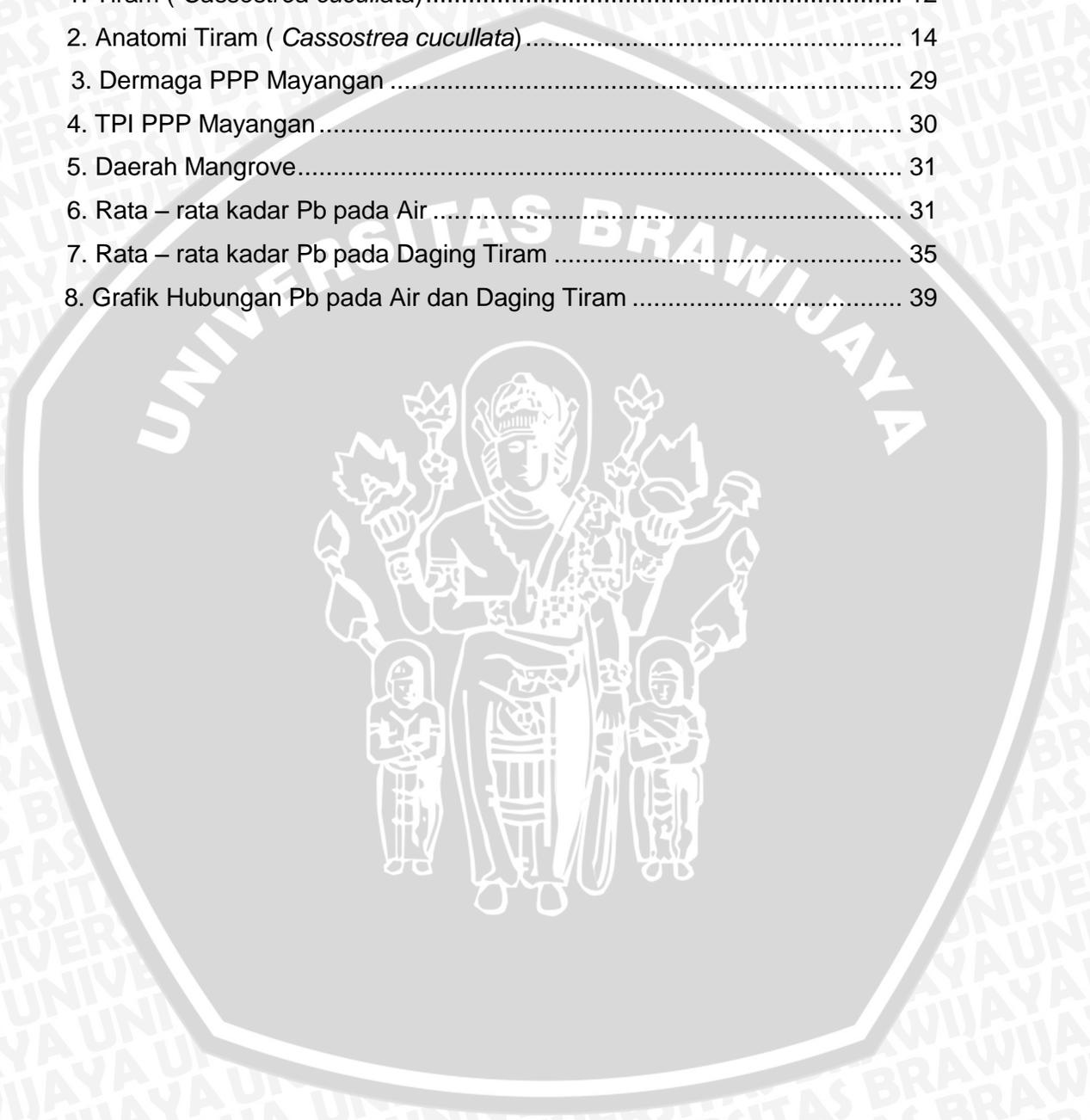
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kadar normal dan maksimum logam berat	9
2. Daftar Alat dan Bahan Penelitian	21
3. Sidik ragam kandungan Pb pada air	33
4. Hasil Uji BNT pada Air	33
5. Sidik ragam kandungan Pb pada daging Tiram.....	37
6. Hasil Uji BNT pada daging Tiram	37



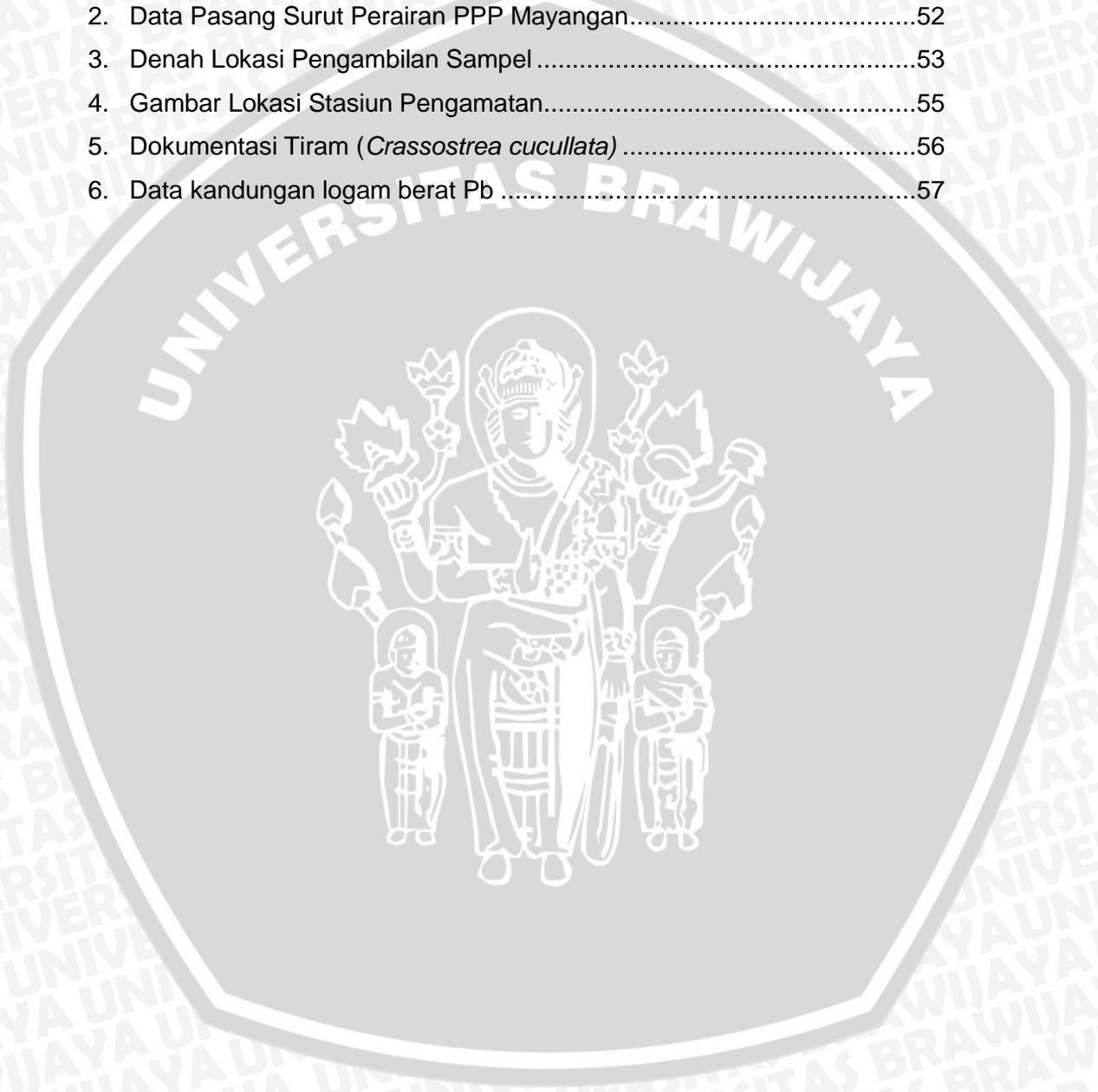
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tiram (<i>Cassostrea cucullata</i>).....	12
2. Anatomi Tiram (<i>Cassostrea cucullata</i>).....	14
3. Dermaga PPP Mayangan.....	29
4. TPI PPP Mayangan.....	30
5. Daerah Mangrove.....	31
6. Rata – rata kadar Pb pada Air.....	31
7. Rata – rata kadar Pb pada Daging Tiram.....	35
8. Grafik Hubungan Pb pada Air dan Daging Tiram.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil Air dan Daging Tiram	51
2. Data Pasang Surut Perairan PPP Mayangan.....	52
3. Denah Lokasi Pengambilan Sampel	53
4. Gambar Lokasi Stasiun Pengamatan.....	55
5. Dokumentasi Tiram (<i>Crassostrea cucullata</i>)	56
6. Data kandungan logam berat Pb	57



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP), Mayangan, Probolinggo merupakan salah satu pusat kegiatan perikanan di kota Probolinggo. Saat ini kapal – kapal ikan yang sebelumnya bersandar di dermaga lama yakni Pelabuhan Tanjung Tembaga berpindah ke PPP Mayangan untuk melakukan transaksi pelelangan ikan. Sejak saat itu, kegiatan perikanan dilakukan di PPP Mayangan, dari mulai penangkapan, pelelangan dan perdagangan ikan, kegiatan perikanan yang menggunakan kapal motor akan mengakibatkan bertambahnya kandungan logam berat yang berasal dari bahan bakar kapal motor pengangkut barang dan penumpang. Menurut UU No.23 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Akibat dari kegiatan perikanan, maka perairan PPP Mayangan terukur mengandung logam berat Pb. Selain itu, limbah rumah tangga dan limbah industri juga menyumbang adanya logam berat di perairan Mayangan Probolinggo.

Menurut Kahar (1989) *dalam* Yuniarti (2010), komponen yang terdapat dari limbah umumnya mengandung logam berat Hg, Pb, Cd, Zn, dan Fe. Logam berat merupakan salah satu komponen yang berbahaya karena bersifat toksik. Logam berat Pb jika dalam jumlah yang besar dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis. Logam berat ini jika berada di atas ambang batas dalam suatu perairan, yaitu jika Pb lebih dari 0,03 mg/l, maka

akan terjadi ketidak seimbangan lingkungan perairan dan akan dapat menimbulkan akumulasi baik pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di perairan dan akan berbahaya bagi kehidupan biota. Keberadaan logam berat dalam perairan akan sulit mengalami degradasi bahkan logam tersebut akan diabsorpsi dalam tubuh organisme padahal logam berat seperti Pb ini termasuk golongan logam berat yang berbahaya dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernafasan dan pencernaan (Darmono, 1995 dalam Bangun, 2005).

Biota air yang hidup dalam perairan tercemar logam berat, dapat mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya. Makin tinggi kandungan logam dalam perairan akan menyebabkan semakin tinggi pula kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan tersebut (Febryanto dkk, 2011).

Salah satu biota yang ada di perairan Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan yaitu tiram (*Crassostrea cucullata* Born). Tiram merupakan kelompok moluska dari kelas Bivalvia, yang hidup di habitat laut atau air payau. Salah satu spesies tiram yang terdapat di perairan Indonesia adalah *Crassostrea cucullata* Born. Spesies tiram ini bernilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas ekspor. Tiram merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder*, sehingga biota ini digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut (Arfiati dkk, 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Kondisi perairan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Mayangan, Probolinggo mengandung Timbal (Pb), berdasarkan hasil uji pendahuluan didapatkan hasil kandungan logam berat Pb pada perairan 0,0172 mg/l dan pada daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) 0,341 mg/l. Aktivitas manusia seperti kegiatan

perikanan, pemukiman masyarakat dan industri mempengaruhi kondisi fisika dan kimia air. Perubahan kondisi air mempengaruhi kandungan logam berat di perairan. Adanya Timbal (Pb) dalam perairan akan berpengaruh terhadap organisme yang ada di perairan tersebut yaitu tiram (*Crassostrea cucullata*).

Menurut uraian tersebut didapatkan rumusan masalah yaitu:

1. Berapa besarkah kandungan Timbal (Pb) pada air dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) di Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan Probolinggo, Jawa Timur?
2. Bagaimanakah hubungan antara kandungan Timbal (Pb) pada perairan dengan Timbal (Pb) pada daging tiram (*Crassostrea cucullata*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui kandungan Timbal (Pb) pada perairan dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) serta mengetahui hubungan kandungan Timbal (Pb) pada perairan dengan kandungan Timbal (Pb) daging tiram (*Crassostrea cucullata*).

1.4 Kegunaan

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi untuk keperluan penelitian lebih lanjut tentang lingkungan yang mengandung Timbal (Pb), sebagai *early warning system* atau peringatan awal batas konsumsi tiram yang terpapar Timbal (Pb), serta memberikan informasi tentang hubungan antara Timbal (Pb) pada perairan dengan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) di Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan, Probolinggo, Jawa Timur.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Mei 2013 di perairan Pelabuhan Perikanan Pantai Mayangan Probolinggo, Laboratorium Fakultas MIPA dan Laboratorium Hydrologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Menurut Harahap (1991) dalam Bangun (2005), logam berat adalah unsur-unsur yang mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang tinggi serta mempunyai densitas lebih dari 5 (Hutagalung,1991). Logam berat biasanya bernomor atom 22 - 29 dan periode 3 sampai 7 dalam susunan berkala unsur-unsur kimia. Beberapa unsur logam berat tersebut antara lain Hg, Pb, Cd, Cr, Zn dan Cu. Pada umumnya semua logam berat tersebar diseluruh permukaan bumi baik di tanah, air dan udara. Logam berat ini dapat berbentuk organik, anorganik terlarut atau terikat dalam suatu partikel.

Menurut Connell dan Miller (1995) dalam Prasetya dkk (2010), logam berat adalah suatu logam dengan berat jenis lebih besar. Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak atau dapat ditempa, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi dengan asam. Selain itu logam berat adalah unsur yang mempunyai berat jenis lebih besar dari 5 gr/cm³, mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan terdapat di bagian tengah daftar periodik.

2.2 Logam berat Timbal Pb

Menurut Bangun (2005), timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum* dan disimbolkan dengan Pb, mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan berat atom (BA) 207.2 (Palar, 1994). Logam timbal Pb adalah jenis logam lunak berwarna coklat kehitaman dan mudah dimurnikan. Logam Pb lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya dan secara alamiah terdapat pada batu-batuan serta lapisan kerak

bumi. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfida logam (PbS) yang sering disebut *galena* (Darmono, 1995). Timbal banyak digunakan dalam industri misalnya sebagai zat tambahan bahan bakar, pigmen timbal dalam cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar Pb di lingkungan. Timbal merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis.

Menurut SNI (2009), timbal memiliki nomor atom 82; bobot atom 207,21; valensi 2-4. Timbal merupakan logam yang sangat beracun. Secara alami ditemukan pada tanah. Timbal tidak berbau dan tidak berasa. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa lain membentuk berbagai senyawa-senyawa timbal baik senyawa organik seperti timbal oksida (PbO) dan timbal klorida (PbCl₂).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan terutama yang berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Timbal ditambahkan sebagai bahan adiktif pada bensin dalam bentuk timbal organik (contoh: Tetra Etil-Pb dan Tetra Metil-Pb). Pada pembakaran bensin, timbal organik ini berubah menjadi anorganik. Sekitar 70% timbal yang terkandung dalam bensin akan diemisikan melalui knalpot kendaraan tersebut. Timbal diperlukan sebagai bahan adiktif pada bensin untuk menjaga agar mesin tidak bergetar (anti *knocking*) (Fauzi,2008).

Timbal salah satu logam berat non esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup atau sering di sebut kronis dan sangat berbahaya untuk manusia. Timbal Pb banyak sekali di temukan di sekitar kita. Timbal terdapat dalam air karena adanya kontak antara air dengan tanah atau udara

tercemar timbal, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa (Ulfin, 1995 dalam Muchyiddin, 2002). Timbal (Pb) merupakan suatu logam berat yang lunak berwarna kelabu kebiruan dengan titik leleh $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $1.620\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pada suhu $550 - 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ timbal menguap dan bereaksi dengan oksigen dalam udara membentuk timbal oksida. Walaupun bersifat lentur, timbal sangat rapuh dan mengkerut pada pendinginan, sulit larut dalam air dingin, air panas dan air asam. Timbal dapat larut dalam asam nitrit, asam asetat dan asam sulfat pekat. Bentuk oksidasi yang paling umum adalah timbal (II) dan senyawa organometalik yang terpenting adalah timbal tetra etil (TEL: tetra ethyl lead), timbal tetra metil (TML : tetra methyl lead) dan timbal stearat. Merupakan logam yang tahan terhadap korosi atau karat, sehingga sering digunakan sebagai bahan *coating* (Palar, 2004 dalam Suciani, 2007).

2.3 Logam Berat Pb di Alam

Pb merupakan salah satu dari logam berat yang awalnya terpendam dalam perut bumi umumnya menyebar dan kadarnya relatif kecil tidak membahayakan kehidupan manusia, namun oleh adanya berbagai kegiatan manusia dalam pemanfaatannya Pb ini terkonsentrasi dalam berbagai produk, sehingga pada gilirannya terlepas ke lingkungan hidup sebagai limbah dengan kadar yang lebih tinggi. Dalam penambangan berbagai bahan logam yang bernilai ekonomis akan ditimbulkan limbah tailing, merupakan produk samping, reagen sisa, dan hasil pengolahan yang tidak diperlukan. Limbah tailing mengandung berbagai jenis unsur/logam termasuk Pb didalamnya. Bila limbah tailing dibuang ke badan air (danau, sungai, laut dll) berpotensi mencemari berbagai hasil laut yang pada akhirnya akan mencemari manusia yang mengkonsumsi hasil laut tersebut (Lubis,2006).

Menurut Sembiring (2009), logam-logam di alam umumnya ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, sangat jarang yang ditemukan dalam elemen tunggal. Logam ditemukan dalam bentuk partikel pada lapisan atmosfer, unsur-unsur logam tersebut ikut berterbangan dengan debu - debu yang ada di atmosfer. Setiap logam memiliki sifat-sifat menurut bentuk dan kemampuannya sebagai berikut:

- a. Sebagai penghantar daya listrik (konduktor).
- b. Sebagai penghantar panas yang baik.
- c. Rapatan yang tinggi.
- d. Dapat membentuk alloy dengan logam lainnya.
- e. Untuk logam yang padat, dapat ditempa dan dibentuk.

2.4 Logam berat Pb di Perairan

Hutagalung (1984) dalam Bangun (2005), menyatakan bahwa senyawa logam berat Pb banyak digunakan untuk kegiatan industri sebagai bahan baku, katalisator, biosida maupun sebagai *additive*. Limbah yang mengandung logam berat ini akan terbawa oleh sungai dan karenanya limbah industri merupakan sumber pencemar logam berat yang potensial bagi pencemaran laut. Dalam perairan, logam-logam ditemukan dalam bentuk :

1. Terlarut, yaitu ion logam bebas air dan logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik.
2. Tidak terlarut, terdiri dari partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kompleks metal yang terabsorpsi pada zat tersuspensi.

Komponen yang terdapat dari hasil pencemaran tersebut umumnya mengandung logam berat Pb. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik. Jika terdapat logam berat Pb dalam jumlah

yang besar dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis. Bahan pencemar ini jika berada di atas ambang batas dalam suatu perairan, maka akan terjadi ketidak seimbangan lingkungan perairan yang akhirnya menyebabkan kehidupan perairan terganggu (Kahar, 1989 dalam Yuniarti, 2010).

Menurut Anindita (2002), secara alamiah logam sesungguhnya telah ada dalam air laut yang dihasilkan dari erosi batuan dan aktivitas gunung berapi (Clark, 1986). Logam berat Pb dapat masuk ke perairan melalui udara yang terbawa ke laut melalui proses kondensasi dan dari aliran sungai atau pipa perindustrian yang bermuara di laut (Bryan, 1976 dan Paasivirta, 1991). Dalam air laut, logam terdapat dalam bentuk yang tersuspensi atau terikat dengan zat-zat padat tersuspensi.

Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit dalam air secara alamiah, yaitu kurang dari 1 µg/l. Bila terjadi erosi alamiah, konsentrasi logam tersebut dapat meningkat. Beberapa macam logam biasanya lebih dominan daripada logam lainnya dan dalam air biasanya tergantung pada asal sumber air (air tanah dan air sungai). Disamping itu jenis air (air tawar, air payau dan air laut) juga mempengaruhi kandungan logam di dalamnya (Darmono 2001).

Kadar normal dan maksimum logam berat yang masuk ke lingkungan Laut dapat dilihat pada tabel :

Tabel 1. Kadar normal dan maksimum logam berat.

Unsur	Kadar (ppm)	
	Normal (A)	Maksimum (B)
Kadmium (Cd)	0,00011	0,01
Timbal (Pb)	0,00003	0,01
Tembaga (Cu)	0,002	0,05

Sumber : (A) Waldichuk, 1974; (B) Hutagalung, 1991 dalam Bangun (2005)

Menurut Leckie dan James (1974) *dalam* Palar (2004), kelarutan dari unsur unsur logam dan logam berat dalam badan perairan dikontrol oleh :

- (1) pH badan air.
- (2) Jenis dan konsentrasi logam dan khelat.
- (3) Keadaan komponen mineral teroksidai dan sistem yang berlingkungan redoks.

2.5 Logam berat Pb pada Sedimen

Menurut Bangun (2005), sedimen meliputi tanah dan pasir, bersifat tersuspensi yang masuk ke badan air akibat erosi atau banjir dan pada dasarnya tidaklah bersifat toksik (Effendi, 2000). Menurut Waldichuck (1974) *dalam* Nanty (1999), meningkatnya kadar logam berat Pb dalam lingkungan perairan hingga melebihi batas maksimum akan menyebabkan rusaknya lingkungan serta dapat membahayakan kehidupan organisme di dalamnya. Ia juga berpendapat mengendapnya logam berat bersama sama dengan padatan tersuspensi akan mempengaruhi kualitas sedimen di dasar perairan dan juga perairan di sekitarnya. Logam berat Pb yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun di laut akan dipindahkan dari badan airnya melalui beberapa proses, yaitu : pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976 *dalam* Connell dan Miller, 1995). Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air.

Kadar logam berat Pb dalam air selalu berubah-ubah tergantung pada saat pembuangan limbah, tingkat kesempurnaan pengelolaan limbah dan musim. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali melarut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar kandungan logam berat di dalamnya (Muchyidin, 2002).

Menurut Forstner dan Prosi (1978) dalam Rozak (2003), faktor yang menyebabkan logam berat tersebut dikelompokkan ke dalam zat pencemar ialah logam berat tidak dapat terurai melalui biodegradasi seperti pencemar organik logam dan berat dapat terakumulasi dalam lingkungan terutama dalam sedimen sungai dan laut, karena dapat terikat dengan senyawa organik dan anorganik, melalui proses adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks. Karena logam berat dapat terakumulasi dalam sedimen, maka kadar logam berat dalam sedimen lebih besar dari air.

2.6 Logam Berat Pb di Organisme

Biota air yang hidup dalam perairan tercemar logam berat Pb dapat mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya. Makin tinggi kandungan logam Pb dalam perairan akan menyebabkan semakin tinggi pula kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan tersebut (Febryanto dkk, 2011). Menurut Palar (1994) dalam Arfiaty dan Wulandari (2012), logam berat diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh organisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Kondisi perairan yang terkontaminasi oleh berbagai macam logam akan berpengaruh nyata terhadap ekosistem perairan baik perairan darat maupun perairan laut.

Timbal merupakan salah satu logam berat dengan kandungan yang telah melebihi ambang batas di beberapa perairan di Indonesia. Pb merupakan logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Kandungannya dalam jaringan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb. Hal ini disebabkan karena organisme air tidak mampu meregulasi logam berat Pb yang masuk kedalam tubuh organisme (Panna, 2009).

2.7 Tiram (*Crassostrea cucullata*)

Tiram termasuk dalam kelas Bivalvia dan Famili Pteridae. Jenis *Crassostrea cucullata* merupakan spesies yang mempunyai cangkang luar yang keras, berwarna coklat kekuningan, garis redier kecil-kecil tidak jelas dan berwarna terang yang dihubungkan sepasang engsel (*hinge*) sehingga cangkangnya dapat terbuka dan tertutup. Cangkangnya berbentuk cembung, ukurannya lebih dorso - ventral daripada anterior-posterior (Syazili, 2011). Tiram hidup di daerah pasang surut pada batu karang yang terkena hantaman ombak di daerah pantai (www.mese.edu.au/friend/seahores/s. cucullata, 2000). Menurut Irianto dkk (1994), umumnya tiram ditemui hidup menempel pada batu, tiang-tiang pelabuhan, karamba, dan pada akar-akar pohon di daerah pantai yang terkena pengaruh pasang surut air laut.

2.7.1 Klasifikasi Tiram

Menurut MEDCOP (1961) dalam Nontji (2002), bentuk tiram yang paling baik adalah mempunyai bentuk cangkang agak bulat, keras, berat, agak cekung simetris. Bentuk umum tiram (*Cassostrea cucullata*) adalah hampir bulat, keras, berat dan salah satu cangkangnya cekung. Dilihat dari bentuk umumnya *C. Cucullata* dapat dikategorikan ke dalam tiram yang terbaik.



Gambar 1. *Crassostrea cucullata* (Image Google, 2012)

Klasifikasi *Crassostrea cucullata* menurut Zipcodezoo.com (2012) adalah

sebagai berikut:

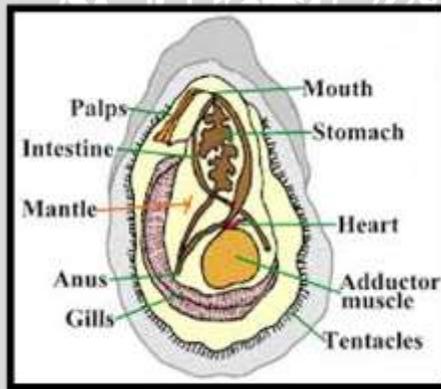
Kingdom	: <i>Animalia</i> - C. Linnaeus, 1758 - animals
Subkingdom	: <i>Bilateria</i> - (Hatschek, 1888) Cavalier-Smith,1983
Superphylum	: <i>Eutrochozoa</i>
Phylum	: <i>Mollusca</i> - (C. Linnaeus, 1758) Cuvier, 1795 – Molluscs
Class	: <i>Bivalvia</i> - C. Linnaeus, 1758 - Bivalves
Subclass	: <i>Metabranchia</i>
Superorder	: <i>Filibranchia</i>
Order	: <i>Pteriomorpha</i>
Suborder	: <i>Ostreina</i>
Superfamily	: <i>Ostreoidea</i>
Family	: <u><i>Ostreidae</i></u> - Rafinesque, 1815 - True Oysters
Subfamily	: <i>Ostreinae</i>
Genus	: <i>Crass`ostrea</i> - Sacco, 1897
Specific name	: <i>cucullata</i> - (Born,1778)
Scientific name	: <i>Crassostrea cucullata</i> (Born,1778)

2.7.2 Anatomi Tiram

Bentuk luar tiram seperti batu karang yang tidak ada tanda - tanda kehidupan. Tiram mempunyai sepasang cangkang yang disatukan pada bagian punggung dengan engsel untuk melindungi bagian dalam tubuh yang lunak agar terhindar dari benturan atau serangan hewan lain. Kedua belahan cangkang tidak sama bentuknya, cangkang yang satu lebih cembung dibanding lainnya (Sambaz, 2010).

Tubuh tiram terdiri atas tiga bagian yaitu kaki, mantel dan kumpulan organ bagian dalam. Kaki merupakan salah satu bagian tubuh yang bersifat elastis, terdiri

atas susunan jaringan otot yang dapat meregang. Tiram termasuk monomari, yaitu hewan yang memiliki otot tunggal yang berfungsi untuk membuka dan menutup cangkang. Seperti pada semua molusca cangkang tiram dibentuk oleh mantel dengan cara mengeluarkan sel-sel yang dapat membentuk struktur cangkang dengan corak warna yang berbeda beda tergantung pada faktor lingkungan dan genetik. Mantel membungkus organ bagian dalam dan memisahkan dengan bagian cangkang, selain itu juga berfungsi untuk menyeleksi unsur-unsur yang terhisap ke dalam tubuh dan jika dalam tubuhnya terdapat kotoran maka mantel akan menyemburkan kotoran itu keluar (Syazili, 2011). Bagian dalam dari tiram dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Anatomi Tiram (<http://www.assateague.com/nt-bival.html>)

2.7.3 Makan dan Kebiasaan Makan

Tiram banyak dijumpai di berbagai Negara seperti Filipina, Thailand, Myanmar, Australia dan perairan Indonesia yang menyukai hidup di daerah batuan karang atau dasar perairan yang berpasir dengan kedalaman 5 – 60 m. Cara makan tiram dilakukan dengan menyaring air laut dengan cara mengambil makanan dilakukan dengan menggetarkan insang yang menyebabkan air masuk ke dalam rongga mantel. Kemudian dengan menggerakkan bulu insang, plankton yang masuk akan berkumpul di sekeliling insang, selanjutnya melalui gerakan labial palp plankton

akan masuk ke dalam mulut (Sambaz, 2010). Makanan tiram berasal dari semua bahan yang tersuspensi di dalam air sehingga sumber makanannya tidak hanya dari jenis fitoplankton, tapi juga dari bakteri, jamur dan zat organik terlarut. Penyerapan tiram terhadap makanannya terjadi setiap saat (Parenrengi dkk,1998).

Tiram tergolong *filter feeder* yaitu jenis hewan yang mendapatkan makanan dengan jalan menyaring air yang masuk ke dalam tubuhnya. Volume air yang dapat disaring oleh kerang adalah 2,5 liter per individu dewasa per jam. Makanan yang masuk bersama air tadi digerakkan, diperas, lalu dicerna dengan bantuan cilia (rambut getar) pada tubuhnya. Cilia mampu bergerak 2-20 kali per detik. Makanan kerang dapat berupa zooplankton, fitoplankton, bakteri, flagellata, protozoa, detritus, alga, dan berbagai zat yang tersuspensi dalam perairan tempat tinggalnya. Alat pencernaannya berturut-turut terdiri dari mulut yang tidak berahang atau bergigi, sepasang labial palps yang bercilia, oesofagus, lambung, usus, rektum, dan anus. Selain alat pencernaan, di dalam tubuh kerang terdapat pula hati yang menyelubungi dinding lambung, ginjal, pembuluh darah, dan pembuluh urat saraf (Ricomarsen, 2010).

2.7.4 Mekanisme penyerapan makanan oleh Tiram

Menurut Lackey (1952) dan Coe (1947) dalam Barret (1963), dengan menggunakan dua insang, tiram bernafas dan mendapatkan makanannya. Cilia di bagian dalam insang, bergerak bersama-sama, menarik arus air masuk melalui katup terbuka dan melalui insang. Ketika tiram makan, helaian lendir dikeluarkan pada permukaan insang. Partikel-partikel mikroskopis makanan yang terbawa dalam air menjadi terjat dalam lendir dan setelah itu "ditangkap" oleh tiram. Air kemudian melewati pori-pori di insang (*ostium*) ke ruang *excurrent*, dan membilas kotoran yang keluar dari anus. Makanan yang mengandung lendir didorong dalam arah yang

berlawanan arah mulut dengan silia. Insang besar menyaring makanan dari air dan makanan langsung dibawa ke *labial palps* yang mengelilingi mulut. Makanan disortir di *labial palp* dan dimasukkan ke dalam mulut. Kerang memiliki kemampuan untuk memilih makanan yang disaring dari air. Sebuah kerongkongan pendek mengarah dari mulut ke perut, yang berbentuk kantung, berongga bilik dengan beberapa bukaan. Perut ini sepenuhnya dikelilingi oleh divertikulum pencernaan (kelenjar), suatu jaringan dengan massa gelap yang sering disebut "hati". Pembukaan dari perut mengarah usus yang membentang ke kaki kerang dan ke dalam gonad kerang, berakhir di anus. *Crystalline style* adalah sebuah batang, yang bisa panjang bisa mencapai 8 cm dalam beberapa spesies. Bagian ini bulat di satu ujung dan meruncing pada ujung yang lain. Bagian yang bulat begeseran dengan lapisan lambung dalam perut. Hal ini diyakini dapat membantu dalam pencampuran makanan dalam perut dan melepaskan enzim yang membantu pencernaan. *Crystalline style* terdiri dari lapisan mucoproteins yang melepaskan enzim pencernaan untuk mengubah pati menjadi gula untuk dicerna. Makanan yang tersaring, terikat dengan lendir, namun kadang ditolak oleh palps dan dikeluarkan dari tubuh sebagai *pseudofaeces*. Jika kerang diletakkan di luar air selama beberapa jam kerja *Crystalline style* menjadi jauh berkurang, mungkin hilang (www.fao.org, 2010).

Menurut Hutagalung (1991) Connel dan Miller (1995) dalam Ricomarsen (2010), tiram bersifat *filter feeder non selective* maka kandungan logam berat yang relatif cukup tinggi ditemukan dalam tubuhnya karena adanya akumulasi logam berat tersebut. Akumulasi timbal (Pb) sering terjadi pada tiram mentah dan menyebabkan keracunan bagi yang mengkonsumsinya karena toksisitasnya tinggi.

2.8 Konsidi Fisika dan Kimia Air

2.8.1 Suhu

Suhu merupakan faktor fisik yang sangat penting di laut. Suhu alami air laut berkisar antara 0°C sampai 33°C, perubahan suhu dapat memberi pengaruh besar kepada sifat-sifat air laut lainnya dan kepada biota laut (Romimohtarto dan Sri Juwana, 2009). 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 ada posisi 64 °LU – 44 °LS.

2.8.2 Salinitas

Salinitas dapat didefinisikan sebagai jumlah total (gr) dari material padat termasuk garam NaCl yang terkandung dalam air laut sebanyak 1 (satu) kg dimana bromine dan jodine diganti dengan klorin dan bahan organik seluruhnya telah dibakar habis (Wibisono, 2010).

Garam merupakan salah satu unsur yang sangat diperlukan untuk tiram. Beberapa spesies dapat tinggal selama 6 bulan pada salinitas sangat rendah, tetapi umumnya salinitas rendah ini identik dengan kematian untuk tiram (Mezei, 2010). Menurut Longo (1988) dalam Efendi (2010), salinitas akan berpengaruh terhadap aktivitas fisiologis sel dimana dengan adanya peningkatan salinitas akan diikuti dengan peningkatan pengeluaran energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi.

2.8.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen diperlukan oleh organisme air untuk menghasilkan energi yang sangat penting bagi proses pencernaan dan asimilasi makanan pemeliharaan keseimbangan osmotik serta aktifitas lainnya. Jika persediaan oksigen terlarut di perairan sangat sedikit maka perairan tersebut tidak baik bagi ikan, makhluk hidup lainnya yang hidup di perairan, karena akan mempengaruhi kecepatan pertumbuhan organisme air tersebut. Kandungan oksigen terlarut minimum 2 mg/l sudah cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal (Wardana,1995).

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*).

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, sampah organik, bahan-bahan buangan industri dan rumah tangga. Sebagian besar zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik (Connel dan Miller, 1995).

2.8.4 Bahan Organik (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).

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 (Hariyadi dkk, 1992).

2.8.5 Derajat Keasaman (pH)

Rendahnya nilai pH disebabkan oleh proses peruraian bahan organik dalam limbah oleh bakteri anaerob yang menghasilkan asam organik. Kondisi anaerob dengan zat organik yang mengandung nitrogen dan belerang menyebabkan peningkatan asam sulfida dan amonia. Senyawa tersebut akan menyebabkan terjadinya penurunan pH. Terjadinya perubahan keasaman pada air limbah, baik ke arah asam (pH turun) maupun ke arah basa (pH naik), akan mengganggu kehidupan ikan dan hewan air serta pH <4 dapat menyebabkan kematian tumbuhan, karena tidak dapat beradaptasi terhadap pH rendah (Ariasih, 2008). Menurut Philips dan

Menez (1988) dalam Zulkifli (2003), kisaran normal pH air laut adalah 7,8 – 8,2. Derajat keasaman (pH) perairan sangat dipengaruhi oleh dekomposisi tanah dan dasar perairan serta keadaan lingkungan sekitarnya.

2.8.6 Pasang Surut

Pasang surut atau disingkat sebagai pasut merupakan salah satu gejala alam yang nampak nyata di laut yakni suatu gerakan vertikal dari seluruh partikel massa air laut dari permukaan sampai bagian terdalam dari dasar laut yang disebabkan oleh pengaruh dari gaya tarik menarik antara bumi dan benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan (Wibisono, 2010).

Menurut Romimohtarto dan Sri Juwana (2009), pasang surut merupakan salah satu gejala laut yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan biota laut, khususnya di wilayah pantai. Pasang surut air juga perlu diperhatikan karena pasang surut air laut dapat menggantikan air secara total dan terus-menerus sehingga perairan terhindar dari kemungkinan adanya limbah dan pencemaran lain (Eastaugh dan Chris, 2008).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) yang selanjutnya akan diukur kandungan timbal (Pb). Parameter kualitas air yang diukur antara lain parameter fisika yaitu suhu dan salinitas, parameter kimia yang diukur adalah oksigen terlarut (DO), pH, dan TOM.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel.

Tabel 2. Daftar Alat dan Bahan Penelitian

Aktifitas	Alat	Bahan
1 Tahap pengambilan sampel Air dan Tiram	<ol style="list-style-type: none"> 1. Battle tipis 2. Botol film 3. Section set 4. Toples plastic 5. Botol air mineral 6. Cool Box 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> 2. Es batu
2 Tahap pengukuran berat Timbal (Pb)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lampu elektroda 2. Timbangan Sartorius 3. Oven 4. Hot plate 5. Beaker glass 6. Labu ukur AAS 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> 2. (HNO₃:HCl) 1:1 sebanyak ± 10-15 ml 3. Kertas saring 4. Aquades Larutan standart
3 Suhu	Thermometer Hg	Air sampel
4 Oksigen Terlarut	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pipet volume 2. Bola hisap 3. Pipet tetes 4. Botol winkler 	<ol style="list-style-type: none"> 1. MnSO₄ 2. H₂SO₄ 3. Na₂S₂O₃ 4. Amilum 5. NaOH + KI
5 pH (Derajat keasaman)	Kotak standart pH	pH paper

6	Salinitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Refraktometer 2. Pipet tetes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Air sampel 2. Tissue
7	TOM (Total Organic Matter)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gelas ukur 2. Erlenmeyer 3. Buret 4. Statif 5. Hot Plate 6. Pipet tetes 7. Pipet Volume 8. Stirer 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Air sampel 2. KMnO_4 3. H_2SO_4 4. Na-oxalate 5. Aquadest
8	Kecerahan	Secchi disk	Air laut

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei. Menurut Nazir (2009), metode survei adalah suatu metode penelitian untuk memperoleh fakta dari gejala-gejala yang ada dan mencari keterangan secara faktual baik dari institusi atau dari suatu kelompok.

Dalam penelitian ini, peneliti menganalisis kandungan Timbal (Pb) pada air dan daging tiram yang diambil dari beberapa titik di PPP Mayangan, Probolinggo. Dengan mengambil tiram dari lokasi tersebut kemudian dibedah, diambil daging tiram dan dilakukan pengamatan dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) untuk mengetahui kandungan Timbal (Pb). Selain itu, dilakukan pengamatan kualitas air.

3.4 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dan tiram dilakukan di 3 stasiun, yaitu stasiun I bertempat di Pelabuhan, stasiun II terletak di TPI dan Stasiun III terletak di daerah mangrove yang berdekatan dengan pemukiman penduduk. Stasiun I (Pelabuhan) merupakan tempat berlabuhnya kapal penumpang, kapal barang, SPDN (Solar

Paket Dealer Nelayan. Stasiun 2 (TPI) merupakan bagian pelabuhan yang digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal-kapal nelayan, Tempat Pelelangan Ikan (TPI,) dan dekat dengan warung-warung makan nelayan. Sedangkan stasiun III merupakan daerah mangrove. Pemilihan lokasi-lokasi tersebut didasarkan pada dugaan jenis cemaran yang berasal dari sumber buangan limbah yang berbeda. Misalnya pada kolam stasiun I diduga cemaran berasal dari limbah oli buangan mesin kapal, atau limbah perbaikan kapal, dan SPDN. Sedangkan kolam stasiun II, diduga cemaran berasal dari TPI dan limbah perdagangan. Untuk mangrove, diduga cemaran berasal limbah domestik masyarakat yang memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan dan limbah dari aktivitas perikanan misalnya kolam budidaya ikan dan tambak. Dari 3 stasiun tersebut, masing-masing diambil 3 titik pengambilan sampel dan diulang sebanyak 3 kali. Jadi sampel air dan tiram yang di dapatkan dari 3 stasiun adalah masing – masing 27 sampel.

3.5 Analisa Sampel

3.5.1 Prosedur Analisa Timbal (Pb)

Penentuan kandungan Timbal (Pb) di air dan daging Tiram diukur menggunakan metode yang biasa digunakan oleh Laboratorium Kimia Dasar Fakultas MIPA Universitas Brawijaya,yaitu metode SSA (Spektofotometri Serapan Atom).

a. Analisa Timbal (Pb) pada air

Analisa timbal (Pb) pada air adalah sebagai berikut :

1. Menambahakan 15 ml HNO_3 kedalam 250 ml sampel air
2. Mendidihkan air sampel hingga 25 ml
3. Memindahkan larutan tersebut kedalam labu ukur 50 ml

4. Mengencerkan larutan tersebut dengan menambahkan aquades hingga 50 ml
5. Menganalisis sampel menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* dan hasilnya dicatat dengan satuan.

b. Analisa Pb pada daging tiram (*Crassostrea cucullata*)

Analisa timbal (Pb) pada daging tiram (*Crassostrea cucullata*) adalah sebagai berikut :

1. Memisahkan daging tiram yang didapat
2. Menambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan 15 ml HNO_3 pekat kemudian dipanaskan
3. Menambahkan HNO_3 sedikit demi sedikit
4. Memanaskan sampel sampai berwarna coklat atau kehitaman
5. Menambahkan $HClO_4$ sedikit demi sedikit
6. Memanaskannya lagi sampai berwarna jernih atau berwarna kuning
7. Memasukkan sampel kedalam labu ukur 50 ml dan menambahkan aquades sampai 50 ml
8. Mengukur kandungan merkuri menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* dan mencatat hasilnya menggunakan satuan ppm.

3.5.2 Metode Analisa Kualitas Air

Metode analisa kualitas air diukur berdasarkan metode dari Praktikum Oseanografi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan tahun 2010. Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, salinitas, kecerahan, DO, dan TOM. Tujuan analisa kualitas air untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan tempat hidup tiram.

a. Pengukuran Suhu

Alat yang digunakan adalah Thermometer Hg. Prosedur pengukuran suhu sebagai berikut :

- Memasukkan thermometer Hg ke dalam perairan sekitar 2 menit hingga thermometer berhenti pada skala tertentu.
- Mencatat skala dalam °C. Pembacaan dilakukan pada saat thermometer masih di dalam perairan dan jangan sampai tersentuh tangan.

b. Pengukuran Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan refraktometer sebagai berikut:

1. Menyiapkan refraktometer
2. Mengambil air dari perairan dan dimasukkan ke dalam botol
3. Membuka penutup kaca prisma
4. Mengkalibrasi dengan aquadest
5. Meneteskan 1-2 tetes air yang akan diukur salinitasnya
6. Menutup kembali kaca prisma dengan hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara dipermukaan kaca prisma
7. Mengarahkan ke sumber cahaya
8. Dilihat nilai salinitasnya pada skala sebelah kanan.

c. Kecerahan

Pengukuran kecerahan dilakukan menggunakan secchi disk dengan cara:

1. Memasukkan secchi disk ke dalam perairan
2. Mengukur batas tidak tampak pertama kali dan dicatat sebagai d1
3. Memasukkan secchi disk ke dalam perairan
4. Mengangkat secchi disk perlahan-lahan

5. Melihat batas tampak pertama kali dan dicatat sebagai d2
6. Menghitung kecerahan dengan rumus:

$$\text{Kecerahan (D)} = \frac{\text{kedalaman1}(d1) + \text{kedalaman2}(d2)}{2}$$

d. TOM (Total Organic Matter)

Pengukuran kecerahan dilakukan menggunakan secchi disk dengan cara:

1. Memasukkan 50 ml air sampel kedalam Erlenmeyer
2. Menambahkan 9,5 KMnO₄ dari buret
3. Menambahkan 10 ml H₂SO₄
4. Memanaskan diatas hot plate sampai suhu mencapai 70-80°C kemudian mengangkatnya
5. Menambahkan Na-oxalate sampai suhu 60-70°C perlahan-lahan sampai tidak berwarna
6. Melakukan titrasi menggunakan KMnO₄ sampai terbentuk warna pink dan mencatatnya sebagai x
7. Menghitung dengan rumus TOM (mg/l) = $\frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{V.\text{air sampel}}$

e. Disolved Oxigen (DO)

1. Menenggelamkan botol sampel perlahan-lahan kedalam air, setelah penuh ditutup dalam posisi masih dalam air.
2. Menambahkan 1 ml MnSO₄ kedalam botol sampel diikuti dengan 1 ml NaOH+KI
3. Menutup botol sampel, mengaduk campuran dengan cara dibolak-balik beberapa kali dan membiarkannya sebentar sampai terbentuk endapan coklat kemudian menambahkan 1 ml larutan H₂SO₄ pekat.

4. Menutup dan membolak – balikkan botol. Kemudian dibiarkan kurang lebih selama 10 menit
5. Menambahkan 5 tetes amilum hingga larutan berwarna biru.
6. Melakukan titrasi menggunakan Natrium thiosulfat 0,025 N sampai warna biru hilang.
7. Dihitung menggunakan rumus DO (mg/l) $= \frac{V.titrant \times N.titrant \times 8 \times 1000}{V.botol \times DO-4}$

3.6 Analisis Data

Data dari penelitian ini dianalisis dengan cara membandingkan kandungan Timbal (Pb) pada air dan daging tiap stasiun, dan hubungan kandungan Timbal (Pb) pada perairan dengan daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) di perairan PPP Mayangan Probolinggo. Analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Lengkap Sederhana (RAL Sederhana). Analisis keragaman (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui pengaruh letak stasiun terhadap kandungan logam berat pada air dan daging Tiram yang dianalisis dengan Uji F pada taraf 5% dan 1%. Jika terdapat hasil yang berbeda nyata maka dilakukan uji BNT untuk mengetahui stasiun yang memiliki kandungan Pb tertinggi. Untuk hubungan kandungan Pb pada air dan daging tiram menggunakan Analisis regresi. Analisis regresi merupakan alat analisa yang mampu menjelaskan pola hubungan antara dua variable atau lebih yang terdiri atas variable dependen (Y) dan variable independent (X), hal ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara kandungan Pb di Air dan Pb pada daging tiram (*Crassostrea cuculla*)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Umum Penelitian

Pelabuhan Perairan Pantai Mayangan Probolinggo terletak disebelah timur pelabuhan Tanjung Tembaga yang merupakan pelabuhan penyangga dari pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya dan pelabuhan Gresik. Pelabuhan Probolinggo secara geografis terletak pada posisi $7^{\circ}43'-0''$ LS dan $113^{\circ}13'-0''$ BT dengan batas darat masuk dalam kelurahan Mayangan dan secara administrasi masuk wilayah Kota Probolinggo yang berada pada $7^{\circ}43'41'' - 7^{\circ}49'04''$ LS dan $113^{\circ}10' - 113^{\circ}15'$ BT dengan luas wilayah 56.667 Km^2 .

Kota Probolinggo merupakan kota yang terletak di pesisir utara provinsi Jawa timur ± 80 km di sebelah timur Kota Surabaya. Letak kota Probolinggo sangat strategis karena merupakan daerah transit yang menghubungkan kota-kota di sebelah timur dan selatan yaitu Banyuwangi, Jember, Bondowoso, Situbondo, Lumajang dengan kota-kota di sebelah barat yaitu Pasuruan, Malang, dan Surabaya. Kota Probolinggo terus melaksanakan pembangunan seiring dengan semangat penyelenggaraan otonomi daerah yaitu, pemberdayaan masyarakat. Secara administrasi Kota Probolinggo terdiri dari 5 kecamatan, yaitu kecamatan Mayangan, Kanganan, Wonoasih, Kedemangan dan Kedopok.

Adapun batas wilayah Kota Probolinggo Pemkot Probolinggo, 2010 meliputi :

1. Sebelah Utara Selat Madura,
2. Sebelah Timur Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo
3. Sebelah Selatan Kecamatan Leces, Wonomerto, Sumberasih Kabupaten Probolinggo.
4. Sebelah Barat Kecamatan Sumberasih Kabupaten Probolinggo.

4.1.2 Stasiun Pengamatan 1

Stasiun pengamatan 1 terletak di area dermaga PPP Mayangan (Gambar 3). Dermaga digunakan untuk area berlabuhnya kapal saat mendaratkan hasil tangkapan ikan. Dermaga terletak didekat area pintu masuk dan keluar pelabuhan sehingga banyak kapal-kapal nelayan melintas. Adanya kandungan logam berat Pb diperairan Dermaga karena berdekatan dengan sarana SPBU untuk mengisi bahan bakar solar dan bensin pada kapal dan tong yang disediakan khusus untuk membuang oli bekas kapal nelayan. Kapal- kapal nelayan yang bersandar di Dermaga juga berpotensi menyumbangkan Pb pada perairan karena cat-cat pewarna pada kapal.



Gambar 3. Dermaga PPP Mayangan

4.1.2 Stasiun Pengamatan 2

Stasiun 2 terletak di area TPI PPP Mayangan (Gambar 4) yang digunakan sebagai dermaga bongkar muat hasil tangkapan, selain itu banyak kendaraan bermotor pengangkut ikan hasil tangkapan dan limbah sisa ikan yang langsung di buang ke laut hal ini menyebabkan stasiun ini terlihat kotor dan berbau. Daerah tersebut juga merupakan tempat berlangsungnya berbagai aktivitas pelayaran kapal-kapal penangkapan ikan dan aktivitas penunjang perbaikan kapal. Saat ini kondisi

di sekitar TPI mengindikasikan adanya tumpahan-tumpahan minyak pelumas dan sisa bahan bakar, yang secara visual ditunjukkan oleh air pelabuhan yang berwarna kehitaman.



Gambar 4. TPI PPP Mayangan

2.1.3 Stasiun Pengamatan 3

Stasiun 3 terletak di area hutan mangrove yang tidak jauh dari kolam pelabuhan PPP Mayangan. Pohon-pohon mangrove memiliki fungsi yang sangat penting sebagai pelindung pantai dan pemukiman dari hantaman gelombang, badai dan erosi pantai. Selain itu berperan sebagai penyedia pangan, tempat perlindungan dan perkembangbiakan berbagai jenis biota laut salah satunya tiram (*Crassostrea cuculata*), karena terbiasa hidup di tempat yang banyak ketersediaan makanan, tiram di stasiun 3 ini cenderung lebih besar dibandingkan stasiun 1 atau stasiun 2.

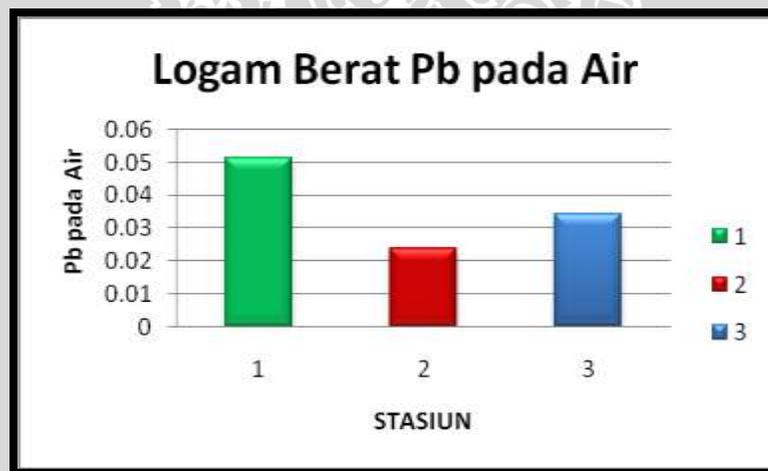
Di stasiun ini juga terdapat anak sungai yang mengalir ke laut dimana aliran sungai tersebut mengalirkan limbah dari pemukiman warga di sekitar PPP Mayangan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Daerah Mangrove

4.2 Hasil Analisis Timbal (Pb) pada Air

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rata – rata kadar Timbal (Pb) air PPP Mayangan tiap stasiun tersaji dalam gambar 6.



Gambar 6. Rata – rata kadar Pb pada air tiap stasiun

Kadar Pb tertinggi diperoleh stasiun 1 sebesar 0,051 mg/l hal ini karena Dermaga terletak didekat area pintu masuk dan keluar pelabuhan sehingga banyak kapal-kapal yang melintas dan bersandar , sedangkan kapal-kapal nelayan tersebut berpotensi menyumbangkan logam Pb karena cat - cat pewarna yang ada dikapal. Selain itu disekitar Dermaga banyak dilalui sepeda motor sehingga asapnya menyumbangkan kandungan Pb di perairan Dermaga. Kandungan Pb terendah

diperoleh stasiun 2 (TPI) sebesar 0,024 mg/l hal ini karena di TPI kapal – kapal hanya menurunkan hasil tangkapannya, tidak bersandar dan di sekitar TPI jarang dilalui sepeda motor. Kadar Pb di stasiun 3 berada diantara stasiun 1 dan 2 yaitu sebesar 0,034 mg/l sumber Pb berasal dari limbah rumah tangga di pemukiman yang berdekatan dengan daerah Mangrove.

Pada tiap stasiun memiliki kandungan logam berat Pb yang berbeda, hal ini karena aktivitas manusia yang berbeda tiap stasiun. Menurut Clark, (1986) dalam Anindita, (2002), secara alamiah logam berat Pb sesungguhnya telah ada dalam air laut yang dihasilkan dari erosi batuan dan aktivitas gunung berapi. Logam berat dapat masuk ke perairan melalui udara yang terbawa ke laut melalui proses kondensasi dan dari aliran sungai atau pipa perindustrian yang bermuara di laut. Dalam air laut, logam terdapat dalam bentuk yang tersuspensi atau terikat dengan zat-zat pasat tersuspensi.

Sumber masuknya logam berat timbal (Pb) di perairan yang paling utama berasal dari limbah buangan industri serta dari logam berat timbal (Pb) di udara yang terbawa oleh angin dan hujan (Ahmad, 2001). Kadar logam berat berasal dari kegiatan-kegiatan seperti transportasi, penangkapan ikan, pemukiman penduduk dan pelabuhan berpotensi membuang timbal (Pb) ke dalam lingkungan perairan (Palar, 1994 dalam Ambariyanto, 2013).

Kandungan Pb di perairan PPP Mayangan Probolinggo berasal dari limbah industri di kawasan pelabuhan serta limbah padat dan cair domestic, sedangkan kegiatan di laut atau pelabuhan salah satunya adalah buangan sisa bahan bakar, kapal motor dan cat kapal. Kapal motor penangkap ikan juga menggunakan cat anti korosi yang pada umumnya mengandung Pb (Siaka, 2008 dalam Arfiati, 2012).

Hasil analisis logam berat Pb di perairan PPP Mayangan dari tiga stasiun pengamatan antara 0,012 mg/l – 0,076 mg/l, hasil tersebut melebihi baku mutu air laut untuk kandungan Pb di perairan, hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yang telah di ralat pada Nomor 179 Tahun 2004 *tentang* Baku Mutu Air Laut, dimana baku mutu air laut untuk kandungan Pb pada perairan pelabuhan adalah sebesar 0,05 mg/l (Arfiati dkk, 2012). Untuk mengetahui tiap stasiun memiliki perbedaan nyata atau tidak dilakukan uji ANOVA. Hasil analisa sidik ragam ANOVA dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Sidik Ragam kandungan Pb pada Air

SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TABEL	
					5%	1%
Stasiun	2	0.003424	0.001712	14.64*	3.40	5.61
Galat	24	0.00281	0.000117			
Total	26					

*berpengaruh nyata

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa letak stasiun berpengaruh nyata terhadap kadar pb air karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ 5% yaitu $14,64 > 3,40$ artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima untuk itu dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui pengaruh letak stasiun terhadap kadar Pb pada air. Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4. Hasil Uji BNT Pengaruh Letak Stasiun terhadap kadar Pb pada Air

Stasiun	Kadar pb (mg/lt)	Notasi
1	0,051	A
2	0.024	B
3	0,034	C

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

Berdasarkan Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil seperti pada tabel 4 dapat diketahui bahwa pada stasiun 1 (Dermaga), berbeda nyata dengan stasiun 2 (TPI) dan stasiun 3 (Mangrove). Untuk stasiun 2 (TPI) berbeda nyata dengan stasiun 3

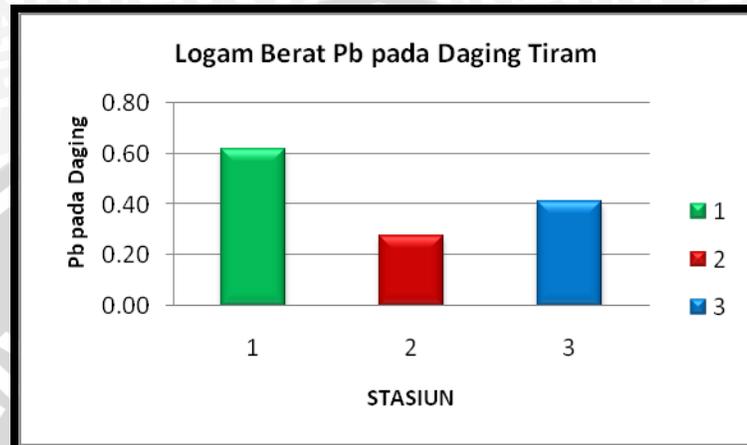
(Mangrove) dan stasiun 1 (Dermaga) dan Stasiun 3 (Mangrove) berbeda nyata dengan stasiun 1 (Dermaga) dan stasiun 2 (TPI). Hal ini berarti bahwa letak stasiun mempengaruhi perbedaan kadar Pb pada air, karena tiap stasiun memiliki aktifitas manusia yang berbeda. Menurut Laws 1993 *dalam* Anindita (2002), aktivitas manusia yaitu pada bahan bakar minyak merupakan sumber Pb. Sementara penggunaan Pb terbesar adalah dalam industri baterai, kendaraan bermotor seperti timbal metalik. Timbal digunakan pada bensin kendaraan cat dan pestisida.

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik antara lain berbagai logam berat yang berbahaya. Logam berat banyak digunakan dalam berbagai keperluan sehari-hari dan secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari lingkungan dan apabila sudah melebihi batas yang ditentukan berbahaya bagi kehidupan (Sembiring, 2009). 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).

Komponen yang terdapat dari hasil pencemaran tersebut umumnya mengandung logam berat Pb. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik. Jika terdapat logam berat Pb dalam jumlah yang besar dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis. Bahan pencemar ini jika berada di atas ambang batas dalam suatu perairan, maka akan terjadi ketidak seimbangan lingkungan perairan yang akhirnya menyebabkan kehidupan perairan terganggu (Kahar, 1989 *dalam* Yuniarti, 2010).

4.3 Hasil Analisis Timbal (Pb) pada Daging (*Crassostrea cucullata*)

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rata – rata kadar Timbal (Pb) daging Tiram di PPP Mayangan tiap stasiun tersaji dalam gambar 7.



Gambar 7. Rata – rata kadar Pb pada daging Tiram tiap stasiun

Kadar Pb tertinggi diperoleh stasiun 1 (Dermaga) sebesar 0,618 mg/l hal ini karena sifat tiram yang *filter feeder* dan hidupnya menetap dan di Dermaga terdapat arus yang mendukung air masuk ketubuh tiram. Kadar Pb paling rendah adalah stasiun 2 (TPI) yaitu 0,276 mg/l hal ini karena ukuran Tiram di TPI kecil, sehingga mempengaruhi waktu lamanya terpapar Pb di habitatnya. Kadar Pb di stasiun 3 berada diantara stasiun 1 dan 2 yaitu sebesar 0,410 mg/l karena di Mangrove terdapat bahan organik yang berasal dari limbah rumah tangga. Timbal merupakan mineral yang tergolong mikroelemen, merupakan logam berat dan berpotensi menjadi bahan toksik. Jika terakumulatif dalam tubuh, maka berpotensi menjadi bahan toksik pada makhluk hidup. Masuknya unsur Pb ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan (*gastrointestinal*), saluran pernafasan (inhalasi) (Sudarwin, 2008).

Faktor akumulasi pada setiap jenis biota laut relatif berbeda, hal ini disebabkan oleh perbedaan sifat-sifat biologis (jenis, umur dan fisiologis) masing-

masing jenis biota, juga disebabkan oleh perbedaan sifat fisik dan kimia serta aktivitas masing-masing lokasi. Tiram merupakan biota yang potensial terkontaminasi logam berat, karena sifatnya yang *filter feeder* atau menyerap makanannya termasuk kontaminan logam berat. Organisme yang hidup *sedentary* atau menetap, tidak bisa menghindar dari kontaminan dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu sehingga dapat mengakumulasi logam lebih besar dari hewan lainnya (Darmono, 1995 *dalam* Arfiati dkk, 2012).

Timbal merupakan elemen non-esensial walau pada kondisi alamiah keberadaan Pb ini juga tetap ada (Pillai, 1994 *dalam* Hartati dkk, 2001). Namun demikian terjadi beberapa perbedaan dalam kaitannya dengan pengaruh fisiologis maupun biokimia dalam tubuh organisme tersebut, walau pada umumnya secara alamiah akan mengakibatkan kerusakan. Timbal merupakan salah satu logam berat dengan kandungan yang telah melebihi ambang batas di beberapa perairan di Indonesia. Pb merupakan logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Kandungannya dalam jaringan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb. Hal ini disebabkan karena organisme air tidak mampu meregulasi logam berat Pb yang masuk kedalam tubuh organisme (Panna, 2009).

Kandungan Pb pada tiram antara 0,12 mg/l - 0,81 mg/l hasil ini melebihi ambang batas maksimum Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 yang telah di ralat pada Nomor 179 Tahun 2004 tentang Baku Mutu untuk kandungan Pb pada biota laut adalah sebesar 0,008 mg/l. Menurut Philips dkk, (1992) *dalam* Hartati (2001), standart kesehatan Pb pada organisme perairan 2,5 µg/g berat basah, sementara pada daging tiram harus berada pada 0 mg/kg⁻¹.

Untuk mengetahui tiap stasiun memiliki perbedaan nyata atau tidak dilakukan uji ANOVA. Hasil analisa sidik ragam ANOVA kandungan Pb pada daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Sidik Ragam kandungan Pb pada Daging

SK	DB	JK	KT	F-HIT	F-TABEL	
					5%	1%
Stasiun	2	0.5288	0.2644	17.25*	3.40	5.61
Galat	24	0.3679	0.0153			
Total	26	0.8967				

*berpengaruh nyata

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa letak stasiun berpengaruh nyata terhadap kadar pb daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ 5% yaitu $17,64 > 3,40$ artinya H_0 ditolak dan H_1 diterima untuk itu dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT), untuk mengetahui pengaruh letak stasiun terhadap kadar Pb pada daging Tiram. Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 6. Hasil Uji BNT pengaruh letak Stasiun terhadap kandungan Pb pada Daging Tiram

Stasiun	Kadar pb (mg/lt)	Notasi
1	0,618	A
2	0.276	B
3	0,410	C

Keterangan :

Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata

Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata

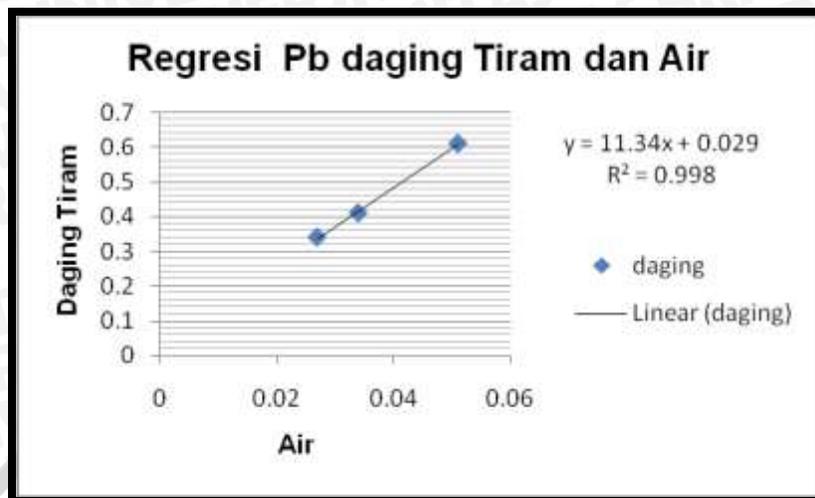
Berdasarkan Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil seperti pada tabel 6. Dapat diketahui bahwa pada stasiun 1 (Dermaga) berbeda nyata dengan stasiun 2 (TPI) dan stasiun 3 (Mangrove). Untuk stasiun 2 (TPI) berbeda nyata dengan stasiun 3 (Mangrove) dan stasiun 1 (Dermaga). Stasiun 3 (Mangrove) berbeda nyata dengan stasiun 1 (Dermaga) dan stasiun 2 (TPI). Logam berat masuk kedalam tubuh organisme melalui mulut (*oral*), insang dan kulit, selanjutnya masuk kedalam sirkulasi

darah, lalu diikat oleh protein atau asam amino dan dibawa oleh darah sampai pada organ target. Dalam kurun waktu yang lama logam berat Pb akan terakumulasi dalam jaringan daging dan selanjutnya akan berpengaruh terhadap aktivitas fisiologi dan biokimia di dalam tubuh organisme. Pencemaran logam berat mengakibatkan pertumbuhan organisme terganggu, menurut Darmono (1995) dalam Setiyanto (2008), tanaman air dan jenis binatang lunak (kerang, keong dan sebagainya) yang tidak bergerak atau mobilitasnya lamban tidak meregulasi logam seperti hewan air lainnya.

Menurut Hutagalung (1984) dalam Sembiring (2009), bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami tiga macam proses akumulasi, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Buangan limbah industri yang mengandung bahan berbahaya dengan toksisitas yang tinggi dan kemampuan biota laut untuk menimbun logam-logam bahan pencemar mengakibatkan bahan pencemar langsung terakumulasi secara fisik dan kimia kemudian mengendap di dasar perairan. Metabolisme bahan berbahaya terjadi melalui rantai makanan secara biologis yang disebut bioakumulasi.

4.3 Hubungan Timbal (Pb) pada Air dengan Daging Tiram (*Crassostrea cucullata*)

Hasil analisis menunjukkan besarnya kandungan Pb yang terlarut dalam air mempengaruhi besarnya kandungan Pb yang ada dalam daging tiram. Kandungan Pb pada daging akan meningkat sesuai kenaikan konsentrasi Pb dalam air. Hubungan antara Pb pada air dengan daging Tiram dibuktikan dengan hasil regresi. Regresi daging tiram dan air disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik analisa regresi kandungan Timbal (Pb) pada air dengan daging tiram.

Berdasarkan gambar 8 dapat dilihat regresi antara Timbal Pb pada air dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) memberikan respon positif (mengalami peningkatan). Persamaan regresi linier dari interaksi tersebut adalah $y = 11,34x + 0,029$ dengan R^2 0,998. Persamaan ini menunjukkan tiap kenaikan Pb 0,02 di air mengakibatkan peningkatan Pb didaging sebesar 11,34 dengan koefisien determinasi 0,998 artinya 99,9 % peningkatan Pb air diikuti Pb daging. Dari hasil regresi tersebut dapat dilihat semakin tinggi kandungan Pb pada air maka semakin tinggi pula kandungan Pb pada daging Tiram (*Crassostrea cucullata*), gambar 8 juga dapat di lihat bahwa kandungan Pb pada daging tiram (*Crassostrea cucullata*) lebih tinggi dibandingkan kandungan Pb pada air, hal ini menunjukkan logam berat pada air terakumulasi dalam daging Tiram (*Crassostrea cucullata*).

Menurut Arfiati dkk (2011), kandungan Pb dalam tiram relatif lebih tinggi dibandingkan dengan dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa Pb yang terdapat dalam air terakumulasi dalam tubuh biota tiram. Biota air yang hidup dalam perairan tercemar logam berat, dapat mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya. Makin tinggi kandungan logam dalam perairan akan menyebabkan

semakin tinggi pula kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan tersebut (Febryanto dkk, 2011). Menurut Palar (1994) dalam Arfiaty dan Wulandari (2012), logam berat diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh organisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi. Kondisi perairan yang terkontaminasi oleh berbagai macam logam akan berpengaruh nyata terhadap ekosistem perairan baik perairan darat maupun perairan laut.

4.4 Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diuji adalah parameter yang mendukung kehidupan Tiram (*Crassostrea cucullata*) Parameter yang diuji meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan bahan organik terlarut (TOM).

Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami tiga macam proses akumulasi, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Buangan limbah industri yang mengandung bahan berbahaya dengan toksisitas yang tinggi dan kemampuan biota laut untuk menimbun logam-logam bahan pencemar mengakibatkan bahan pencemar langsung terakumulasi secara fisik dan kimia kemudian mengendap di dasar perairan. Metabolisme bahan berbahaya terjadi melalui rantai makanan secara biologis yang disebut bioakumulasi (Hutagalung 1984 dalam Sembiring, 2009)

4.4.1 Suhu

Data hasil pengamatan kualitas air didapatkan suhu pada stasiun 1 sebesar 32,6°C dikarenakan tidak terdapat naungan pada perairan di stasiun ini sehingga cahaya matahari terserap oleh perairan. Pada stasiun 2 didapatkan suhu sebesar 32,5°C. suhu pada stasiun 2 tidak jauh berbeda dengan stasiun 1 dikarenakan lokasi

yang berdekatan. Pada stasiun 3 suhu yang didapat sebesar 33,6°C. suhu ini lebih tinggi dibandingkan suhu pada stasiun 1 dan 2 karena perairan didaerah mangrove tidak terlalu dalam mengakibatkan cahaya dapat sampai ke dasar perairan. Akumulasi Hg pada kerang tropis *Saccostrea echinata* lebih besar pada suhu air 30°C – dari pada 20°C. (Darmono, 2001).

4.4.2 Derajat Keasaman (Ph)

Data hasil pengamatan kualitas air didapatkan pH pada stasiun 1 sebesar 8,11 dan pH pada stasiun 2 sebesar 8,12. Sedangkan pH pada stasiun 3 sebesar 7,56. Besarnya nilai pH masih sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan Kepmen LH No. 51/2004 lampiran 3 yaitu pH sebesar 7- 8,5 sehingga masih dapat mendukung organisme laut untuk bertahan hidup (Wibisono, 2010).

4.4.3 Salinitas

Data hasil pengamatan kualitas air didapatkan salinitas pada stasiun 1 sebesar 32 ppt dan pada stasiun 2 sebesar 31 ppt dan pada stasiun 3 salinitas sebesar 25ppt dikarenakan daerah mangrove dekat dengan muara sungai sehingga salinitasnya rendah akibat adanya pencampuran air tawar dan laut. Menurut Kordi (2005), di perairan pantai karena terjadi pengenceran aliran sungai, salinitasnya biasanya turun rendah. Sebaliknya di daerah penangkapan yang sangat kuat, salinitasnya biasanya sangat tinggi. Peningkatan nilai salinitas mempunyai pengaruh negatif pada konsentrasi logam berat, semakin tinggi salinitas maka konsentrasi logam berat akan semakin rendah (Anindita , 2002).

4.4.4 Oksigen terlarut (DO / Dissolved oxygen)

Data hasil pengamatan kualitas air didapatkan oksigen terlarut pada stasiun 1 dan 2 sebesar 10,6 ppm, sedangkan pada stasiun 3 oksigen terlarut sebesar 8

ppm. Hal ini karena berdasarkan data suhu di stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan di stasiun 1 dan 2 menyebabkan kebutuhan oksigen organisme air di stasiun 3 meningkat. Menurut Farianti (2010), peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebesar 2-3 kali lipat. Namun, peningkatan suhu ini disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut.

Rendahnya logam berat pada daerah mangrove dikarenakan tingginya kecepatan aliran dan turbulensi sehingga akan meningkatkan oksigenase yang dapat menekan tingkat pencemaran yang terjadi. Oksigen terlarut dibutuhkan untuk melakukan purifikasi dengan cara mengoksidasi bahan organik (Dewi, 2012).

4.4.5 TOM (Total Organik Meter)

Hasil pengamatan kualitas air didapatkan TOM pada stasiun pengamatan 1 sebesar 24 mg/l dan pada stasiun pengamatan 2 sebesar 10,11 mg/l dan pada stasiun pengamatan 3 nilai TOM sebesar 16,43 mg/l. Romimohtarto dan Juwana (2001), menyatakan bahwa bahan organik merupakan makanan utama bagi biota perairan, salah satunya moluska yang terbawa air atau berasal dari substrat di dalam perairan. Menurut Faizal dkk (2011), intensitas 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. Faktor lain yang mempengaruhi suplai besaran bahan organik ke perairan yaitu kondisi musim. Pada musim penghujan jumlah suplai nutrisi besar dan pada musim kemarau jumlah suplai nutrisi kecil.

4.4.6 Pasang Surut

Berdasarkan data pasang surut kota Probolinggo bulan Januari - Februari 2013 didapatkan hasil surut terendah 0,3 m dan pasang tertinggi 3,1 m pola pasang surut dapat mempengaruhi penyebaran logam berat di perairan. Hal ini sesuai dengan Rochyatun dkk (2006), bahwa logam berat yang semula terlarut dalam air sungai diadsorpsi oleh partikel halus (*suspended solid*) dan oleh aliran air sungai dibawa ke muara. Air sungai bertemu dengan arus pasang di muara sungai, sehingga partikel halus tersebut mengendap di muara sungai. Hal ini yang menyebabkan kadar logam berat dalam sedimen muara lebih tinggi dari laut lepas. Pada umumnya muara sungai mengalami proses sedimentasi, dimana logam yang sukar larut mengalami proses pengenceran yang berada di kolom air lama kelamaan akan turun ke dasar dan mengendap dalam sedimen. Kadar logam yang cukup tinggi dapat dilihat dari nilai pH yang relatif bersifat basa ($\text{pH} = 7,40\text{-}8,59 \text{ ‰}$) di lokasi tempat logam tersebut sukar larut dan mengendap ke dasar perairan.

Menurut Febrizal (1995), salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya konsentrasi logam berat dalam air laut adalah saat pengambilan sampel, dimana pengambilan sampel air laut pada waktu surut cenderung lebih besar jika dibandingkan pada waktu pasang. Adanya pasang surut juga akan berpengaruh pada salinitas terutama di daerah dekat muara sungai. Menurut Maslukah (2006), perairan estuari pada umumnya dipengaruhi oleh pasang surut, dimana pengaruh pasang akan meningkatkan salinitas akibat masuknya air laut ke dalam estuari tersebut. Pada saat surut salinitas akan menjadi rendah karena pengaruh air tawar akan lebih dominan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian tentang Hubungan Kandungan Timbal (Pb) pada Air dengan Daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) di PPP Mayangan, Probolinggo dapat disimpulkan bahwa kandungan Pb di perairan PPP Mayangan tertinggi stasiun 1 (Dermaga) 0,051 mg/l dan terendah stasiun 2 (TPI) 0,024 sedangkan stasiun 3 (Mangrove) 0,034 mg/l demikian juga pada daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) tertinggi di stasiun 1(Dermaga) 0,618 , terendah stasiun 2 (TPI) 0,0276 mg/l dan Stasiun 3 (Mangrove) 0,410 mg/l. Analisis regresi hubungan kandungan Pb air dengan daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) didapatkan koefisien determinasi 99 % menunjukkan bahwa kandungan Pb di Daging Tiram (*Crassostrea cucullata*) akan meningkat sesuai dengan meningkatnya konsentrasi logam berat Pb dalam perairan.

5.2 Saran

Kondisi perairan PPP Mayangan mengandung logam berat Pb, terbukti dimana semakin tinggi Pb di air maka semakin tinggi pula Pb didalam daging tiram (*Crassostrea cucullata*), kandungan Pb air dan daging tiram (*Crassostrea cucullata*) di PPP Mayangan melebihi ambang batas baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup maka disarankan kepada masyarakat yang mengkonsumsi tiram untuk melakukan *treatment* khusus sebelum mengkonsumsi tiram agar kandungan Pb yang ada pada daging tiram dapat berkurang sehingga aman untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambariyanto 2013. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Karang *Pocillopora damicornis* di Perairan Taman Nasional Karimunjawa. Universitas Diponegoro. Semarang
- Anindita, Astrini Dewi. 2002. Kandungan Logam Berat Cd, Cu, Ni, Pb dan Zn Terlarut dalam Badan Air dan Sedimen pada Perairan Sekitar Pelabuhan Perikanan Pelabuhan Ratu, Sukabumi. Skripsi IPB. repository.ipb.ac.id/handle/123456789/22022.
- Arfiati, D dan Wulandari E. Yuli, H, I, 2012. Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Laut dan Tiram *Saccostrea glomerata* Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi Trenggalek, Jawa Timur. <http://www.google.co.id/search?complete=search?client>. Diakses pada tanggal 10 November 2012 pukul 10.00 WIB
- Ariasih, 2008. Studi Tentang Pencemaran Air Pencucian Kacang Koro (*Vigna unguiculata L*) di Saluran Irigasi Timuhun Desa Nyanglan Kabupaten Klungkung
- Bangun, Julius Marinus. 2005. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen dan Organ Tubuh Ikan Sokang (*Triacanthus nieuhofi*) di Perairan Ancol, Teluk Jakarta. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Barret, E.M. 1963. The California Oyster Industry. *The Resources Agency Of California Department Of Fish And Game: Fish Bulletin 123*. http://content.cdlib.org/view?docId=kt629004n3&brand=calisphere&doc.view=entire_text. Diakses tanggal 16 November 2012 pukul 01.57 WIB.
- Connel, W. D dan G.J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Universitas Indonesia. Jakarta
- Darmono. 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. UI Press. Jakarta
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup Dan Pencemaran. Jakarta : UI PRESS.
- Eastough, B dan Chris S.J. 2008. Aspek Produksi Budidaya Tiram Mutiara. <http://ikanmania.wordpress.com/category/bisnis/mutiara/>. Diakses tanggal 02 November 2012 pukul 13.20 WIB.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas air. Kaninus. Yogyakarta
- Effendi, E. 2010. Bahan Prosiding: Aplikasi Larutan Amonia untuk Meningkatkan Motilitas Spermatozoa dan Pembuahan Telur Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*). <http://www.docstoc.com/docs/10627441/bahan-prosiding>. Diakses tanggal 08 Desember 2010 pukul 03.13 WIB.

- FAO. 2010. Basic Bivalve Biology. Taxonomy, Anatomy dan Life History. <http://www.fao.org/docrep/007/y5720e/y5720e07.htm>. diakses tanggal 31 Agustus 2010 pukul 12.00 WIB.
- Farianti, R. 2010. Pengelolaan Kualitas Air pada Pembenihan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) Di Balai Pengembangan Budidaya Air Payau (BPBAP) Kecamatan Pecaron Kabupaten Situbondo Provinsi Jawa Timur. Usulan Praktek Kerja Lapangan IV. APS. Sidoarjo.
- Fauzi, T.M. 2008. Pengaruh Pemberian Asam Asetat dan Vitamin C Terhadap Melondialdehyde dan Kualitas Spermatozoa di Dalam Sekresi Epididimis Mencit Albino (*Mus musculus L*) Strain Balb/C. Tesis Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Febriyanto, Rooby, dkk . 2011. Akumulasi Timbal (Pb) Pada Juveneli Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Secara In Situ di Kali Surabaya . Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember , Surabaya.
- Galtsoff, P. S. 1964. The American Oyster *Crassostrea virginica*, Gmelin Fishery Bulletin Vol. 64, US, Departmen of Interior Fish and Wildlife Service, Burean of Commercial Fisheries.
- Google image, 2012. *Crassostrea cucullata*. [www. Googleimage .com. crassostrea+cucullata /org/](http://www.googleimage.com/crassostrea+cucullata/org/). Diakses tanggal 11 oktober 2012 pukul 19.00 WIB.
- _____ 2012. Anatomi Tiram. <http://www.assateague.com/nt-bival.html>. Diakses pada tanggal 11 Oktober 2012 pukul 21.00 WIB.
- Hartati dan Nur, 2001. Kandungan Pb pada Tiram (*Crassostrea sp*) dan Udang Krasak (*Metapenaeus*) di Pantai Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang
- Hariyadi, S. Suryadiputra. dan B. Widigdo. 1992. Limnologi Metode Kualitas Air. Fakultas Perikanan Institut Pertanian. Bogor
- Heryanto, P. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta
- Hutagalung, P Horas. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. Jurnal Oseana, Vol. IX, No. 1:11-20.
- Irianto, A., D. Sipatuhardan A. Sudrajat. 1994. Observasi Tiram *crassostrea spp.* Tanjung pinang dan perairan bintang, kepulauan Riau. Warta balitdita. Vol 6 No. 1.19-21.
- Lubis, Erwansyah. 2006. Pelacakan Sumber Pencemaran Timbal (Pb) di Serpong. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. Batan.

- Maslukah, Lilik. 2006. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Pola Sebarannya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. Skripsi IPB. repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/.../2006lma1.pdf?...2.
- Mezei, T. 2010. About Oyster. <http://www.ostrea.org/oysters.html>. diakses tanggal 31 Agustus 2010 pukul 12.00 WIB. Galtsoff, P. S. 1964. The American Oyster *Crassostera Virginica*, Gmelin Fishery Bulletin Vol. 64, US, Departmen of Interior Fish and Wildlife Service, Burean of Commercial Fisheries.
- Muchyiddin dan Tarzan Purnomo, 2002. Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) di Tambak Kecamatan Gresik. Universitas Negri Surabaya. Surabaya.
- Nazir, M. 2009. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Bogor
- Nontji, 2002. Laut Nusantara. Cetakan ketiga. Djambatan. Jakarta
- Panna, Akhsan . 2009. Pemaparan Logam Berat Pb (Timbal) Terhadap Pengaruh Perubahan Warna Dan Peningkatan Persentase AnakanJantan *Daphnia* spp. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Palar. H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Parenrengi A, Syarifuddin T, Sri L. 1998. Studi Jenis dan Kelimpahan Plankton pada Berbagai Kedalaman dan Hubungannya dengan Komposisi Makanan Tiram Mabe (*Pteria penguin*). Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia volume IV no.4. Balai Penelitian Perikanan Pantai Maros. Watampone.
- Pemkot Probolinggo. 2010. Visi Kota Probolinggo 2010-2014. <http://www.PemkotProbolinggo.com>.
- Prasetya, Johan Danu, dkk. 2010. Transformasi Gen Metalotionin (*eimt1*) daripada *Eleusine indica* ke dalam Pokok Tembakau, *Nicotiana tabacum* Berperantaraan *Agrobacterium tumefaciens*.
- Ricomarsen. 2010. Intoksikasi Logam Berat. Marsen's-Opinion and Sciences.htm. wordpress.com. Diakses pada tanggal 22 November 2012
- Romimohtarto, K dan Sri Juwana, 2009. Biologi Laut. Djambatan. Jakarta.
- Rozak, Abdul dan Z. Tarigan, Edward. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn Dan Ni Dalam Air Laut Dan Sedimen di Muara Sungai Membramo, Papua Dalam Kaitannya Dengan Kepentingan Budidaya Perikanan. Balai Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI, Jakarta 14430, Indonesia.
- Sambaz. 2010. Budidaya Tiram Mutiara. zaldibiaksambas.files.wordpress.com/2010/10/tiram-mutiara.pdf. diakses 25 November 2012.

Sembiring, Rodieiser.2009. Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd Dan Pb Daging Kijing Lokal (*Pilsbryoconcha exilis*) Dari Perairan Situ Gede, Bogor.IPB. Bogor.

Setiyanto, 2008. Logam Berat Pb pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) .<http://www.assteague.com/nt-bival.html.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 10 april 2012.

SNI 7387. 2009.Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan.Badan Standarisasi Nasional.

Sudarwin. 2008. Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang.Universitas Diponegoro. Semarang.

Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Microorganism: Suatu Kajian Kepustakaan (Heavy Metal Bioremoval by Microorganisms: A Literature Study).

Syazili, A . 2011. Biologi Tiram. <http://www.bumi-ilmu.htm.wordpress.com>. Diakses 25 November 2012.

Undang Undang No. 23 Tahun 1997 Tentang : Pengelolaan Lingkungan Hidup

Wardhana,W.A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta

Wibisono M.S. 2010. Pengantar Ilmu Kelautan Edisi 2. UI Press. Jakarta

Yuniarti, Eka. 2010. Pola Penyebaran Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Teluk Balikpapan.

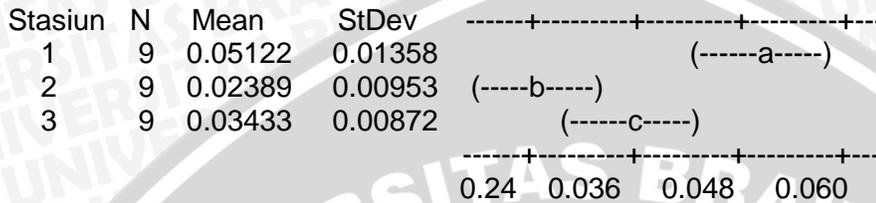
Zipcodezoo, 2012.Klasifikasi *Crassostrea cucullata*.org.diakses 25 November 2012

Zulkifli, E .2003. KandunganZat Hara dalam Air Porosdan Air Permukaan Padang Lamun Bintang Timur Riau.Jurnal Natur Indonesia 5 (2) : 139-144. Diakses 27 Oktober 2011.

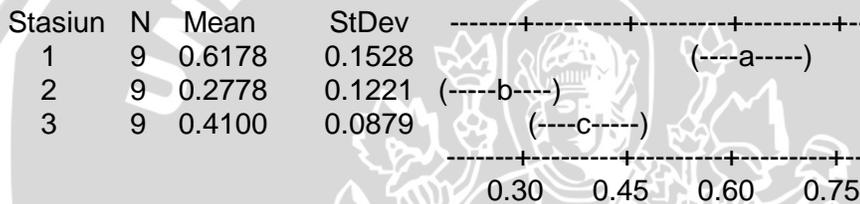
Lampiran

Lampiran 1. Analisis Uji Lanjut Beda Nyata Terkecil Air dan Daging Tiram

a. BNT pada air



b. BNT pada Daging Tiram



Hipotesis Penelitian :

H0 = Diduga perbedaan stasiun pengambilan sampel tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kandungan Pb pada air dan daging Tiram.

H1 = Diduga perbedaan stasiun pengambilan sampel memberikan perbedaan nyata terhadap kandungan Pb pada air dan daging tiram.

Lampiran 2. Data Pasang Surut Perairan PPP Mayangan bulan Januari – Februari 2013

322

46. ALUR PELAYARAN TIMUR SURABAYA (KARANG KLETA)

07° 19' 50" S - 112° 51' 05" T

JANUARI 2013

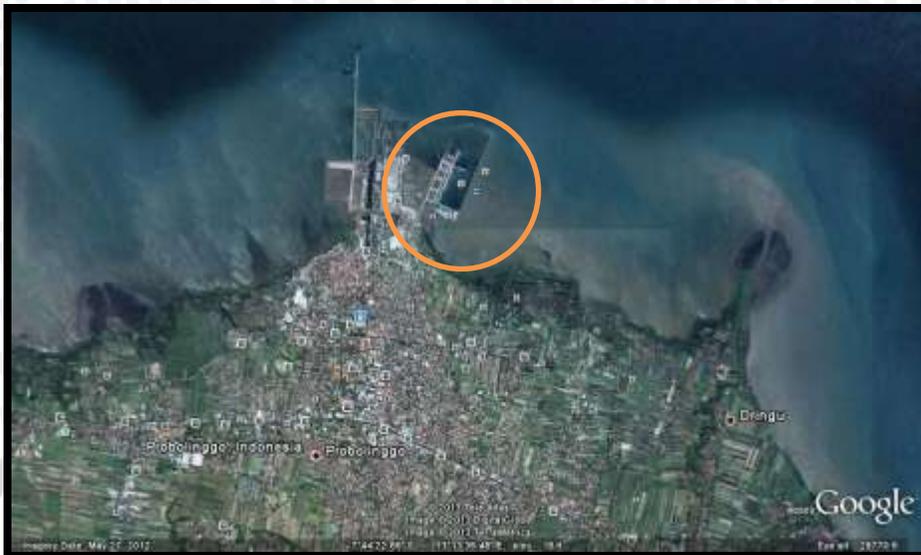
KETINGGAIAN DALAM METER
Waktu : G.M.T. + 07.00

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	T
1	2.7	2.4	2.0	1.5	1.1	0.6	0.0	-0.7	-1.0	-1.3	-1.7	-2.0	-2.2	-2.2	-2.1	-1.9	-1.7	-1.6	-1.6	-1.7	-2.0	-2.3	-2.5	-2.7	1
2	2.7	2.5	2.2	1.8	1.3	1.0	0.8	0.8	-0.9	-1.2	-1.6	-1.9	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.7	-1.6	-1.6	-1.7	-2.0	-2.3	-2.5	-2.7	2
3	2.6	2.5	2.3	2.0	1.6	1.3	1.0	0.9	-1.0	-1.2	-1.5	-1.8	-2.1	-2.3	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.6	-1.6	-1.7	-2.0	-2.3	-2.5	3
4	2.2	2.3	2.2	2.1	1.8	1.6	1.3	1.1	-1.1	-1.2	-1.4	-1.6	-1.9	-2.2	-2.3	-2.4	-2.3	-2.0	-1.8	-1.6	-1.6	-1.7	-2.0	-2.3	4
5	1.8	1.8	2.0	2.0	1.9	1.8	1.6	1.4	-1.3	-1.3	-1.5	-1.7	-2.0	-2.3	-2.4	-2.5	-2.5	-2.3	-2.1	-1.8	-1.6	-1.4	-1.4	-1.4	5
6	1.4	1.3	1.7	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.6	-1.9	-2.2	-2.3	-2.4	-2.4	-2.2	-2.0	-1.8	-1.6	-1.4	-1.2	-1.2	6
7	1.1	-1.1	1.2	1.4	1.4	1.4	1.9	1.9	-1.8	-1.7	-1.5	-1.5	-1.6	-1.9	-2.2	-2.3	-2.3	-2.1	-1.8	-1.6	-1.4	-1.2	-1.0	-1.0	7
8	1.0	0.8	-0.8	1.0	1.3	1.6	1.6	2.0	-2.1	-2.0	-1.8	-1.6	-1.5	-1.6	-1.9	-2.3	-2.3	-2.3	-2.0	-1.8	-1.6	-1.4	-1.2	-1.0	8
9	1.1	0.7	0.8	0.6	0.9	1.2	1.7	2.0	-2.2	-2.2	-2.1	-1.8	-1.6	-1.5	-1.6	-2.0	-2.4	-2.4	-2.1	-1.8	-1.6	-1.4	-1.2	-1.0	9
10	1.4	0.8	0.5	0.3	-0.5	0.6	1.3	1.6	-2.1	-2.3	-2.3	-2.1	-1.8	-1.6	-1.4	-1.4	-1.7	-2.1	-2.5	-2.9	-3.2	-3.2	-2.9	-2.4	10
11	1.8	1.1	0.6	0.3	0.2	-0.5	0.9	1.5	-2.0	-2.3	-2.4	-2.3	-2.1	-1.8	-1.5	-1.4	-1.4	-1.7	-2.2	-2.7	-3.1	-3.3	-3.2	-2.8	11
12	2.2	1.5	0.9	0.4	0.2	-0.2	0.6	1.1	-1.7	-2.1	-2.4	-2.5	-2.3	-2.0	-1.7	-1.4	-1.3	-1.5	-1.8	-2.3	-2.8	-3.1	-3.2	-2.8	12
13	2.6	2.0	1.3	0.7	0.3	0.2	-0.4	0.8	-1.3	-1.9	-2.3	-2.5	-2.3	-2.3	-1.9	-1.6	-1.4	-1.4	-1.6	-1.9	-2.4	-2.8	-3.1	-3.1	13
14	2.9	2.4	1.6	1.1	0.6	0.3	0.3	-0.8	-1.0	-1.6	-2.0	-2.4	-2.5	-2.4	-2.2	-1.8	-1.5	-1.4	-1.4	-1.7	-2.0	-2.4	-2.8	-2.9	14
15	2.9	2.6	2.1	1.6	1.0	0.7	0.5	-0.5	-0.9	-1.3	-1.8	-2.2	-2.4	-2.5	-2.3	-1.8	-1.5	-1.4	-1.5	-1.7	-2.0	-2.4	-2.8	-2.8	15
16	2.7	2.8	2.3	1.9	1.4	1.0	0.8	0.7	-0.8	-1.2	-1.5	-1.9	-2.2	-2.4	-2.4	-2.2	-2.0	-1.8	-1.6	-1.5	-1.8	-2.2	-2.6	-2.6	16
17	2.4	2.6	2.3	2.1	1.7	1.4	1.1	1.0	-1.0	-1.1	-1.4	-1.7	-2.0	-2.3	-2.4	-2.3	-2.2	-2.0	-1.8	-1.6	-1.5	-1.8	-2.2	-2.6	17
18	2.0	2.1	2.1	2.3	1.9	1.7	1.6	1.3	-1.2	-1.3	-1.4	-1.6	-1.9	-2.1	-2.3	-2.3	-2.2	-2.0	-1.8	-1.6	-1.5	-1.8	-2.2	-2.6	18
19	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	-1.3	-1.5	-1.5	-1.6	-1.8	-2.0	-2.1	-2.3	-2.3	-2.2	-2.1	-1.9	-1.7	-1.5	-1.4	-1.4	19
20	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	-1.8	-1.7	-1.7	-1.7	-1.9	-2.0	-2.2	-2.3	-2.4	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.5	-1.4	-1.4	20
21	1.2	1.2	1.2	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	-1.9	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.9	-2.1	-2.3	-2.4	-2.5	-2.5	-2.3	-2.1	-1.8	-1.5	-1.5	21
22	1.2	1.0	0.9	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9	-1.8	-1.8	-1.9	-2.0	-2.2	-2.4	-2.6	-2.6	-2.5	-2.3	-2.0	-1.8	22
23	1.2	1.0	0.8	0.8	-0.9	1.2	1.5	1.8	-2.0	-2.1	-2.1	-2.0	-1.9	-1.8	-1.8	-1.9	-2.1	-2.3	-2.5	-2.7	-2.7	-2.5	-2.2	-1.8	23
24	1.4	1.0	0.7	0.6	-0.7	1.0	1.3	1.7	-1.9	-2.1	-2.2	-2.1	-2.0	-1.8	-1.8	-1.8	-2.0	-2.2	-2.5	-2.7	-2.8	-2.7	-2.5	-2.1	24
25	1.6	1.1	0.8	0.6	-0.6	0.8	1.1	1.5	-1.9	-2.1	-2.2	-2.1	-2.0	-1.8	-1.7	-1.7	-1.8	-2.0	-2.4	-2.6	-2.8	-2.9	-2.7	-2.3	25
26	1.9	1.3	0.9	0.6	-0.5	-0.7	1.0	1.4	-1.8	-2.1	-2.2	-2.2	-2.0	-1.8	-1.7	-1.6	-1.6	-1.9	-2.2	-2.5	-2.8	-2.9	-2.8	-2.6	26
27	2.1	1.6	1.1	0.7	-0.5	-0.6	0.9	1.2	-1.7	-2.0	-2.2	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.5	-1.5	-1.6	-1.9	-2.3	-2.7	-2.9	-2.9	-2.7	27
28	2.4	1.8	1.3	0.9	0.6	-0.6	-0.8	1.1	-1.6	-2.0	-2.2	-2.3	-2.2	-2.0	-1.7	-1.5	-1.4	-1.4	-1.7	-2.0	-2.4	-2.7	-2.9	-2.8	28
29	2.5	2.1	1.5	1.1	0.8	-0.6	-0.7	1.0	-1.4	-1.5	-2.2	-2.4	-2.4	-2.2	-1.9	-1.6	-1.4	-1.3	-1.4	-1.7	-2.1	-2.5	-2.7	-2.5	29
30	2.7	2.3	1.9	1.4	1.0	0.6	0.5	-1.0	-1.3	-1.6	-2.1	-2.4	-2.5	-2.3	-2.1	-1.7	-1.5	-1.3	-1.3	-1.6	-2.1	-2.4	-2.5	-2.3	30
31	2.8	2.4	2.1	1.6	1.2	1.0	0.8	-1.0	-1.2	-1.6	-2.0	-2.3	-2.5	-2.5	-2.3	-2.0	-1.7	-1.4	-1.3	-1.3	-1.5	-1.8	-2.1	-2.3	31

FEBRUARI 2013

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	T
1	2.4	2.4	2.2	1.9	1.5	1.2	1.0	1.0	-1.2	-1.5	-1.9	-2.2	-2.4	-2.5	-2.5	-2.3	-2.0	-1.6	-1.4	-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-1.5	1
2	2.1	2.2	2.2	2.0	1.6	1.3	1.3	1.2	-1.2	-1.4	-1.7	-2.0	-2.3	-2.5	-2.6	-2.5	-2.3	-2.0	-1.6	-1.4	-1.3	-1.3	-1.4	-1.5	2
3	1.7	1.9	2.0	2.0	1.9	1.2	1.6	1.4	-1.4	-1.4	-1.6	-1.8	-2.1	-2.3	-2.6	-2.6	-2.3	-2.1	-1.8	-1.5	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	3
4	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	1.9	1.8	1.7	-1.6	-1.6	-1.7	-1.9	-2.1	-2.3	-2.6	-2.6	-2.4	-2.2	-1.8	-1.5	-1.3	-1.2	-1.0	-1.0	4
5	1.0	-1.1	1.2	1.5	1.7	1.8	2.0	2.0	-1.9	-1.8	-1.7	-1.8	-1.7	-1.8	-2.0	-2.3	-2.5	-2.7	-2.7	-2.6	-2.3	-1.9	-1.5	-1.1	5
6	0.8	0.8	-0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.1	-2.1	-2.1	-1.9	-1.7	-1.6	-1.6	-1.7	-2.0	-2.3	-2.6	-2.8	-2.8	-2.7	-2.3	-1.9	-1.4	6
7	0.9	0.6	0.5	-0.7	1.0	1.4	1.8	2.1	-2.3	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.5	-1.5	-1.7	-2.0	-2.4	-2.7	-2.9	-3.0	-2.7	-2.3	-1.8	7
8	1.2	0.7	0.4	0.4	-0.6	1.0	1.5	2.0	-2.3	-2.5	-2.4	-2.2	-1.8	-1.5	-1.4	-1.4	-1.6	-2.0	-2.5	-2.8	-3.1	-3.0	-2.7	-2.2	8
9	1.6	1.0	0.6	0.3	-0.4	0.7	1.2	1.7	-2.2	-2.5	-2.5	-2.4	-2.1	-1.7	-1.4	-1.3	-1.3	-1.6	-2.1	-2.6	-2.9	-3.1	-3.0	-2.6	9
10	2.1	1.4	0.8	0.4	0.3	-0.5	0.9	1.4	-2.0	-2.4	-2.6	-2.6	-2.3	-1.9	-1.5	-1.3	-1.2	-1.3	-1.7	-2.2	-2.7	-3.0	-3.1	-2.9	10
11	2.4	1.8	1.2	0.7	0.4	0.4	-0.7	1.1	-1.7	-2.2	-2.6	-2.7	-2.5	-2.1	-1.8	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.8	-2.3	-2.7	-2.9	-2.9	11
12	2.7	2.2	1.6	1.1	0.7	0.5	-0.6	1.0	-1.5	-2.0	-2.4	-2.6	-2.6	-2.4	-2.0	-1.6	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.9	-2.3	-2.6	-2.8	12
13	2.7	2.4	2.0	1.6	1.0	0.6	0.7	-0.9	-1.3	-1.8	-2.2	-2.5	-2.6	-2.5	-2.2	-1.8	-1.5	-1.2	-1.2	-1.3	-1.5	-1.9	-2.3	-2.5	13
14	2.6	2.5	2.2	1.8	1.4	1.1	1.0	-1.0	-1.3	-1.6	-2.0	-2.3	-2.5	-2.5	-2.3	-2.1	-1.7	-1.4	-1.2	-1.2	-1.3	-1.6	-1.9	-2.1	14
15	2.3	2.3	2.2	2.0	1.7	1.4	1.3	1.2	-1.3	-1.6	-1.9	-2.2	-2.4	-2.4	-2.4	-2.2	-1.9	-1.7	-1.4	-1.3	-1.3	-1.4	-1.6	-1.8	15
16	1.9	2.0	2.0	2.0	1.8	1.7	1.5	1.5	-1.5	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	16
17	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	-1.7	-1.8	-1.9	-2.0	-2.1	-2.2	-2.3	-2.3	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.5	-1.4	-1.3	-1.4	17
18	1.3	1.4	1.5	1.4	1.7	1.8	1.8	1.9	-1.9	-1.9	-1.9	-2.0	-2.1	-2.1	-2.2	-2.3	-2.3	-2.2	-2.1	-2.0	-1.8	-1.6	-1.4	-1.2	18
19	1.2	1.2	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.1	-2.2	-2.3	-2.3	-2.3	-2.2	-2.0	-1.8	-1.5	-1.3	19
20	1.1	1.0	-1.0	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	-2.1	-2.1	-2.1	-2.0	-2.0	-2.0	-2.0	-2.1	-2.2	-2.3	-2.4	-2.4	-2.2	-2.0	-1.7	-1.4	20
21	1.1	0.9	0.9	-0.9	1.1	1.4	1.7	1.9	-2.1	-2.2	-2.2	-2.1	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-2.1	-2.3	-2.4	-2.5	-2.4	-2.3	-2.0	-1.6	21
22	1.2	0.8	0.8	-0.8	1.0	1.2	1.6	1.9	-2.1	-2.2	-2.2	-2.1	-1.9	-1.8	-1.7	-1.6	-1.6	-1.9	-2.2	-2.4	-2.6	-2.5	-2.2	-1.8	22
23	1.4	1.0	0.8	0.7	-0.8	1.1	1.5	1.8	-2.1	-2.3	-2.3	-2.1	-1.9	-1.7	-1.6	-1.6	-1.7	-2.0	-2.3	-2.5	-2.7	-2.7	-2.5	-2.1	23
24	1.6	1.2	0.9	0.7	-0.8	1.0	1.4	1.8	-2.1	-2.3	-2.4	-2.2	-2.0	-1.7	-1.5	-1.4	-1.5	-1.7	-2.1	-2.4	-2.7	-2.8	-2.7	-2.3	24
25	1.9	1.4	1.0	0.7	-0.9	1.3	1.7	2.1	-2.4	-2.5															

Lampiran 3. Denah Lokasi Pengambilan Sampel



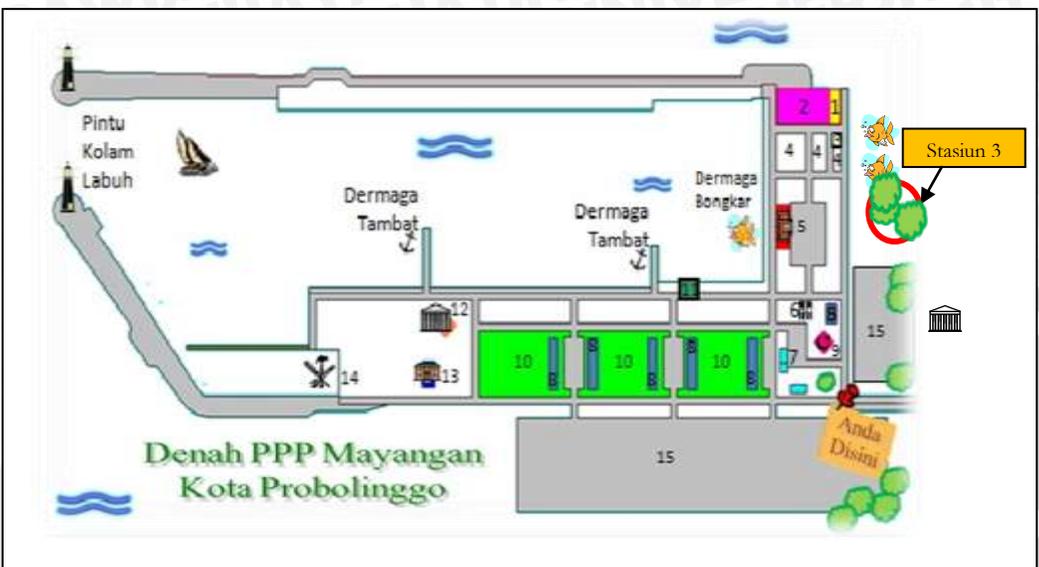
(Google earth, 2013)



(Google earth, 2013)

Keterangan :

- ★ : Stasiun 1 (DermagaPelabuhan)
- ★ : Stasiun 2 (TPI)
- ★ : Stasiun 3 (Mangrove)



Keterangan:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Tempat Pembuangan Sampah | 9. Masjid |
| 2. Tempat Penjemuran Jala | 10. Kawasan Industri Hulu/Hilir |
| 3. Gedung BAP | 11. SPDN |
| 4. Gedung Processing | 12. Kantor UPPPP |
| 5. Tempat Pelelangan Ikan | 13. Gedung Serba Guna |
| 6. Pujasera | 14. Docking |
| 7. Pos Kamladu | 15. Kawasan Industri Perikanan |
| 8. Ruko | |

Lampiran 4 .Gambar Lokasi Stasiun Pengamatan

a. Stasiun 1 berlokasi di DermagaPelabuhan PPP Mayangan



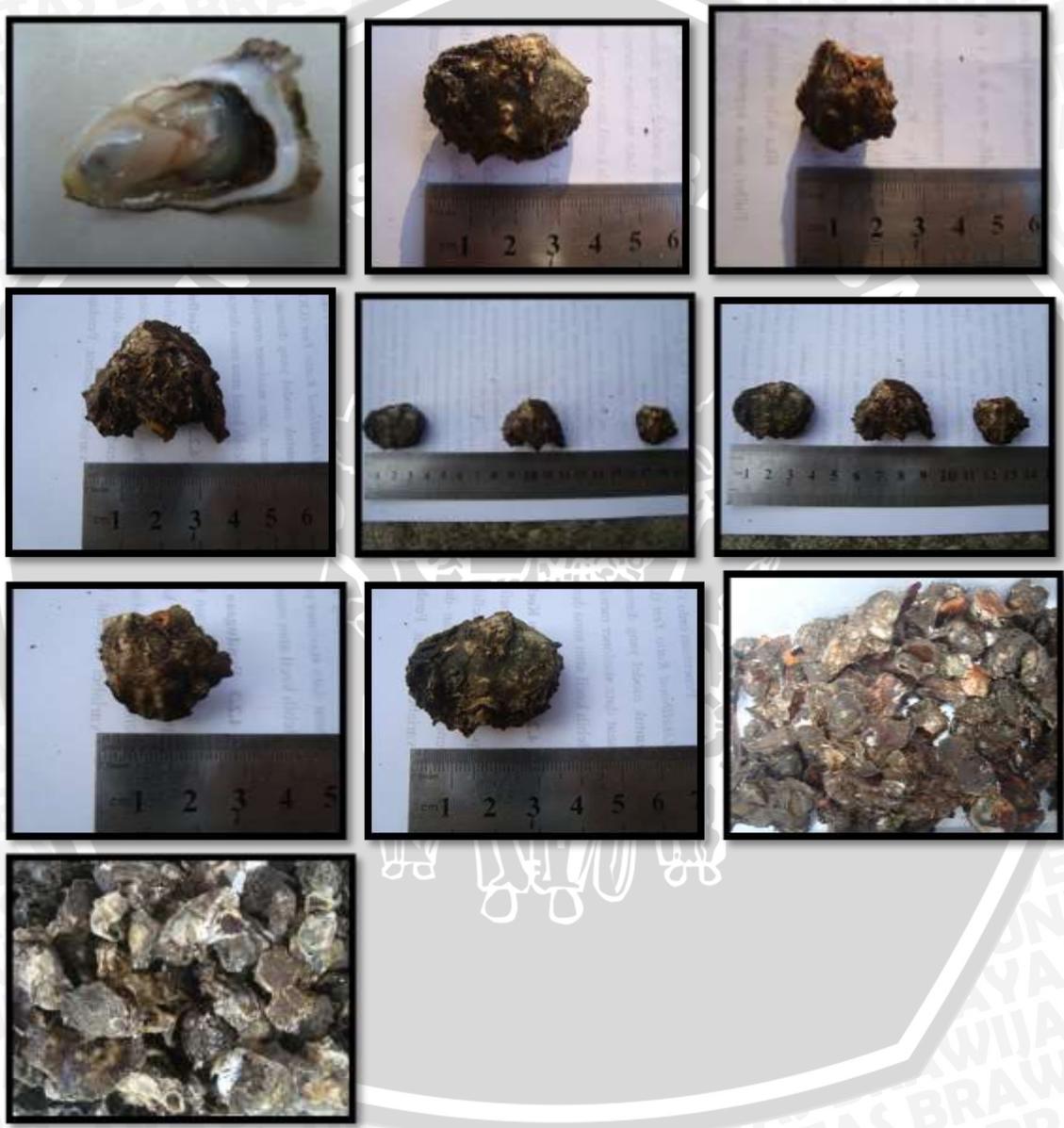
b. Stasiun 2 berlokasi di TPI Pelabuhan PPP Mayangan



c. Stasiun 3 berlokasi di Daerah Mangrove



Lampiran 5. Dokumentasi Tiram *Crassostrea cucullata*



Lampiran 5. Data Kandungan Logam Berat Pb

Kandungan Pb pada Air (mg/l)		
Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
0.047	0.023	0.041
0.052	0.024	0.029
0.041	0.017	0.035
0.035	0.017	0.023
0.047	0.012	0.029
0.041	0.017	0.023
0.052	0.035	0.047
0.076	0.029	0.041
0,070	0.041	0.041
Rata- rata = 0,051	Rata – rata = 0,024	Rata – rata = 0,034

Kandungan Logam Berat pada Daging Tiram (mg/l)		
Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
0.64	0.35	0.4
0.75	0.4	0.29
0.46	0.29	0.46
0.58	0.17	0.52
0.35	0.46	0.35
0.81	0.12	0.4
0.52	0.35	0.52
0.75	0.23	0.29
0.7	0.13	0.46
Rata – rata = 0,618	Rata – rata = 0,276	Rata – rata = 0,410