

**KAJIAN LOGAM BERAT Pb PADA KERANG BULU (*Anadara antiquata*) DI
PERAIRAN MAYANGAN, DRINGU DAN GENDING PROBOLINGGO
JAWA TIMUR**

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

OLEH :

**GANDHA ADE ALUKMAN
NIM 125080101111018**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**KAJIAN LOGAM BERAT Pb PADA KERANG BULU (*Anadara antiquata*) DI
PERAIRAN MAYANGAN, DRINGU DAN GENDING PROBOLINGGO
JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**GANDHA ADE ALUKMAN
NIM 125080101111018**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

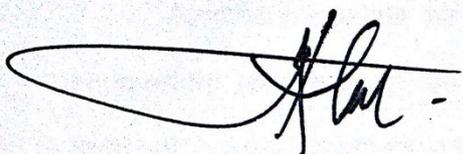
SKRIPSI

KAJIAN LOGAM BERAT Pb PADA KERANG BULU (*Anadara antiquata*) DI PERAIRAN MAYANGAN, DRINGU DAN GENDING PROBOLINGGO JAWA TIMUR

Oleh:
GANDHA ADE ALUKMAN
 NIM. 125080101111018

Telah dipeertahankan didepan penguji
 Pada tanggal 12 Januari 2017
 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

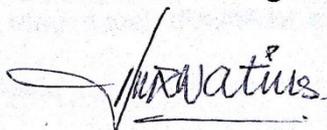
Dosen Penguji I



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

Tanggal : 23 JAN 2017

Menyetujui,
 Dosen Pembimbing I



(Ir. Herwati Umi S. MS)
 NIP. 19520402 198003 2 001

Tanggal : 23 JAN 2017

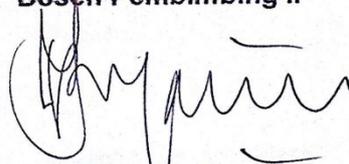
Dosen Penguji II



(Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS)
 NIP. 19570704 198403 2 001

Tanggal : 23 JAN 2017

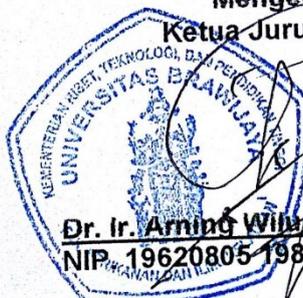
Dosen Pembimbing II



(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD)
 NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal : 23 JAN 2017

Mengetahui,
 Ketua Jurusan MSP



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

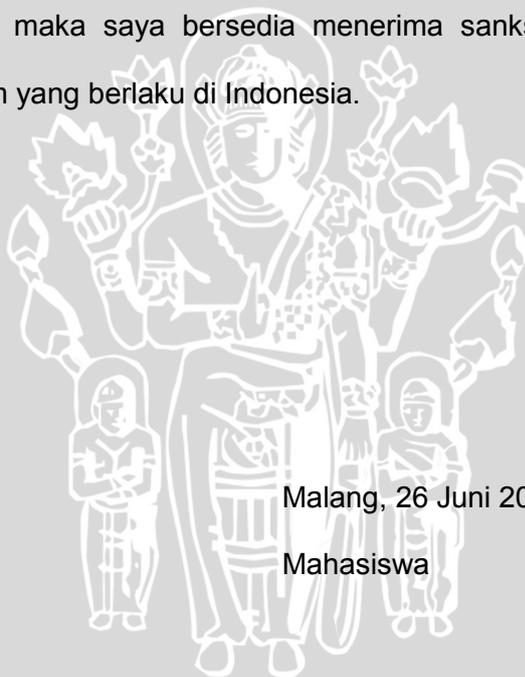
Tanggal : 23 JAN 2017



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul **“Kajian Logam Berat Pb Pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Di Perairan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo Jawa Timur”** yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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



Malang, 26 Juni 2016

Mahasiswa

Gandha Ade Alukman

NIM. 125080101111018

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu kelancaran hingga penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Do'a serta dorongan yang kuat dari kedua orang tua yang terus memberi semangat, dan restunya serta doa yang tiada hentinya.
2. Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD dan Ir. Herawati Umi S. MS atas kesediaan waktunya untuk membimbing penulis hingga terselesaikan laporan skripsi ini.
3. Bapak Ir.Mulyanto, M.Si selaku ketua program studi MSP
4. Prof.Dr.Ir Diana Arfiati, MS selaku dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
5. Teman-teman saya di Program Studi MSP'12 dan program studi lain atas bantuannya selama ini.
6. Tim Polkadot, Cemeng Coffe Story, Tim Probolinggo, dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah berperan dalam terselesaikannya laporan ini.

Malang, 23 Februari 2016

Penulis

RINGKASAN

GANDHA ADE ALUKMAN. Skripsi tentang Kajian Logam Berat Pb Pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo Jawa Timur dibawah bimbingan **Ir. Herawati Umi S. MS** dan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, PhD**

Pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo merupakan pantai yang sangat produktif dalam menghasilkan sumberdaya perikanan. Kerang Bulu merupakan salah satu sumberdaya yang dihasilkan di pantai ini. Namun dengan banyaknya aktivitas masyarakat disekitar pantai telah menyumbangkan polutan khususnya logam berat yang berdampak dalam kerang Bulu, sehingga sangat berbahaya untuk dikonsumsi masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui berapa kandungan logam berat Pb pada perairan, sedimen dan kerang bulu pada pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dan apakah kadar logam berat Pb dalam kerang Bulu telah melebihi nilai ambang batas. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober–November 2016 di pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending, Probolinggo.

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan penjelasan deskriptif, dengan menggunakan 3 lokasi stasiun. Stasiun 1 di pelabuhan, stasiun 2 di belakang pabrik dan stasiun 3 di daerah mangrove, diulang 2 kali. Kerang Bulu, air dan sedimen dari lokasi tersebut kemudian dianalisis kadar logam berat Pb menggunakan metode AAS dan dilakukan pengamatan kualitas air yang terdiri dari suhu, derajat kesaman (pH), salinitas dan oksigen terlarut (DO).

Kandungan rata-rata logam berat Pb di air pada semua stasiun penelitian di pantai Mayangan, Dringu dan Gending berkisar $0,1402 \pm 0,03090$ – $0,2815 \pm 0,01336$ mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 1 yaitu pada area pelabuhan, Kandungan rata-rata logam berat Pb di sedimen pada semua stasiun penelitian di pantai Mayangan, Dringu dan Gending berkisar $4,7699 \pm 0,06194$ – $5,7644 \pm 0,10663$ mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 1 yaitu area pelabuhan, Kandungan rata-rata logam berat Pb di kerang pada semua stasiun penelitian di pantai Mayangan, Dringu dan Gending berkisar $1,9706 \pm 0,2001$ – $2,7830 \pm 0,12813$ mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 1 yaitu pada area pelabuhan. Analisis kualitas air pada perairan di pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo masih berada dalam kisaran yang baik untuk kehidupan biota air seperti kerang bulu yaitu suhu didapatkan kisaran nilai 29°C - 31°C , nilai pH antara 7-8, nilai DO antara 5-8 mg/l dan salinitas antara 28-30 ppt. Hasil analisis logam berat Pb di perairan pantai Mayangan, Dringu dan Gending menunjukkan logam berat Pb tertinggi yaitu pada sedimen sebesar 0,3372 mg/l disusul dalam tubuh kerang bulu sebesar 0,2263 mg/l dan pada perairan sebesar 0,1026 mg/l. Hubungan logam berat Pb pada perairan dan sedimen dengan logam berat yang ada dalam kerang bulu mempunyai hubungan yang sangat kuat karena nilai koefisien korelasi pada perairan sebesar 0,940 mg/l dan pada sedimen 0,993 mg/l. Kandungan logam berat Pb pada pantai Mayangan, Dringu dan Gending baik di sedimen dan di kerang bulu didapatkan hasil yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi kerang bulu tersebut oleh karena itu disarankan kepada masyarakat agar memberi perlakuan terlebih dahulu untuk menurunkan kadar logam berat Pb pada kerang sebelum dikonsumsi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan Skripsi yang berjudul kajian logam berat pb pada kerang bulu (*Anadara antiquata*) di perairan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo Jawa Timur. Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Laporan Skripsi ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi gambaran umum kandungan logam berat Pb pada tubuh kerang bulu dan juga kandungan logam berat di perairan dan sedimen pada perairan pantai Mayangan, Dringu dan Gending. Diharapkan Laporan Skripsi ini dapat memberikan informasi kepada kita semua.

Penulis menyadari bahwa Laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 27 Desember 2016

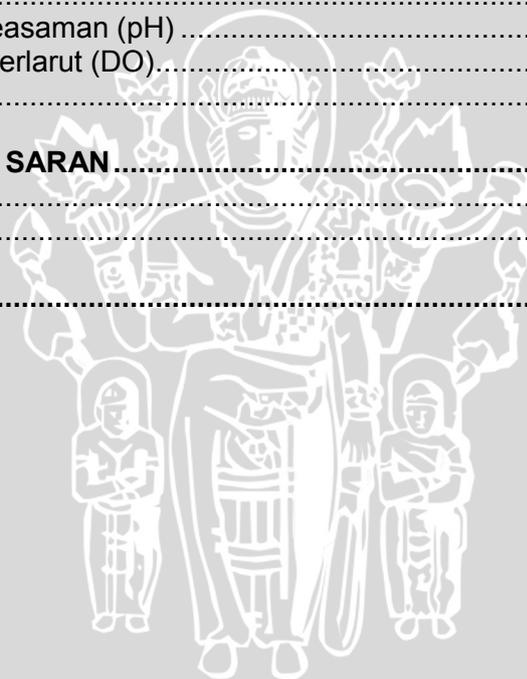
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5 Waktu dan tempat.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	5
2.1.2 Habitat Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	6
2.2 Logam Berat.....	7
2.2.1 Pengertian Logam Berat.....	7
2.2.2 Pencemaran Logam Berat pada Perairan.....	7
2.3 Logam Berat Timbal (Pb).....	8
2.4 Mekanisme Penyerapan Makanan pada Kerang Bulu.....	11
2.5 Pengaruh Logam Berat Terhadap Kerang.....	12
2.6 Penelitian Terdahulu	13
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	15
3.1 Materi Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian.....	15
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Penentuan Stasiun	17
3.4.2 Prosedur Pengambilan Sampel	18
3.5 Metode Analisis Logam Berat.....	19
3.5.1 Analisis Sampel Cair.....	19
3.5.2 Analisis Sampel Padat (Kerang dan Sedimen)	19
3.5.3 Parameter Fisika Kimia Perairan	20
3.7 Analisis Data	21
3.7.1 Kandungan Pb Pada Air Laut.....	23
3.7.2 Kandungan logam berat Pb pada sedimen	23

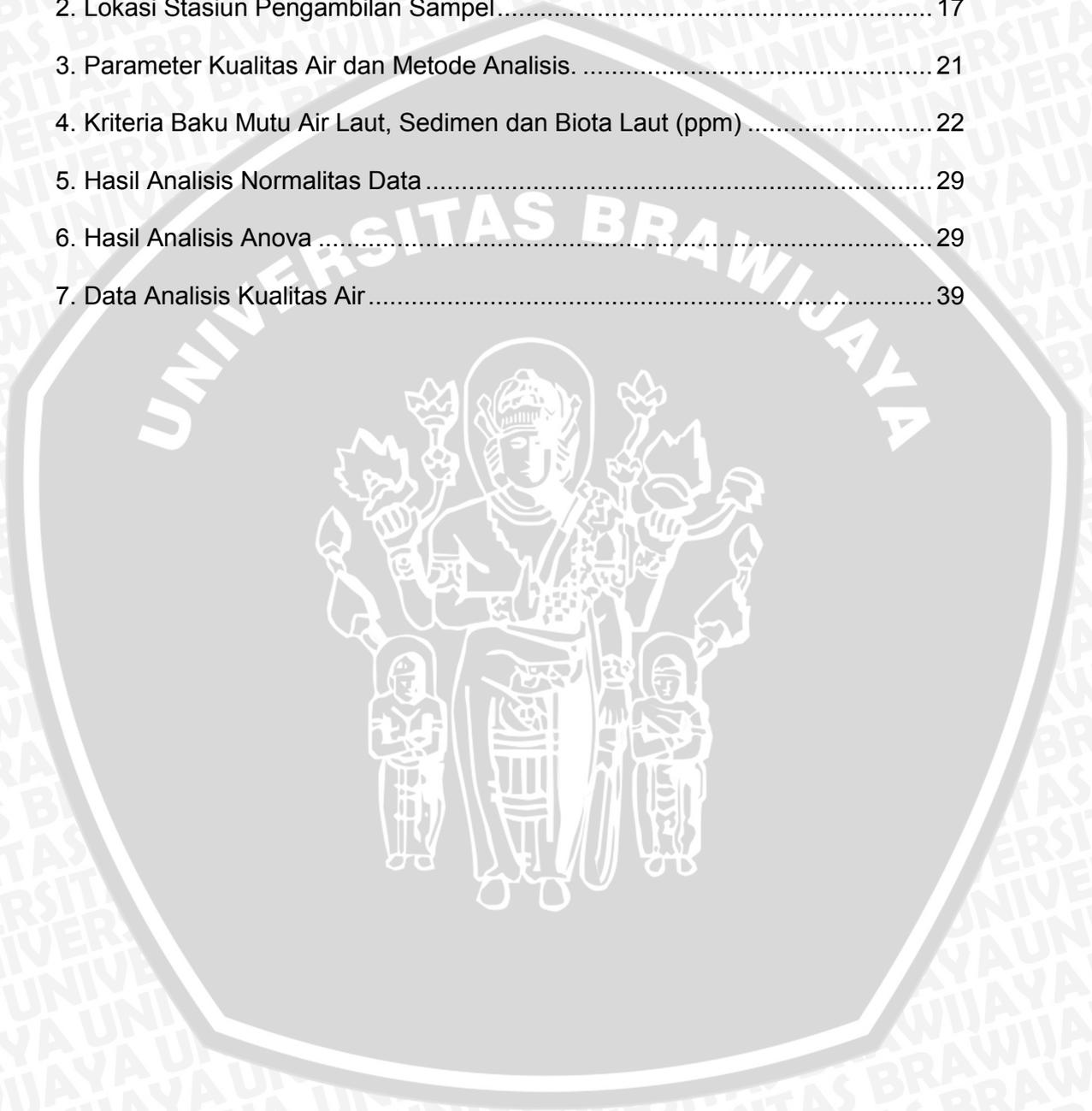


3.7.3 Kandungan Pb dalam tubuh <i>A. Antiquata</i>	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	25
4.1.1 Perairan Mayangan	25
4.1.2 Perairan Dringu.....	25
4.1.3 Perairan Gending.....	26
4.2 Sebaran Ukuran Sampel Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	26
4.3 Hasil Analisis Perbedaan Konsentrasi Pb pada Air, Sedimen dan Kerang Bulu Antar Titik Sampling	28
4.3.1 Hasil Analisis Logam Berat di Air	30
4.3.2 Hasil Analisis Logam Berat di Sedimen	32
4.3.3 Hasil Analisis Logam Berat di Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	34
4.4 Analisis Hubungan Logam Berat Pb Pada Sedimen Dengan Logam Berat Pb Dalam Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>).....	36
4.5 Analisis Hubungan Logam Berat Pb Pada Air Dengan Logam Berat Pb Dalam Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	37
4.6 Analisis Parameter Kualitas Air	38
4.6.1 Suhu	39
4.6.2 Derajat Keasaman (pH)	40
4.6.3 Oksigen Terlarut (DO).....	41
4.6.4 Salinitas	42
5.KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45



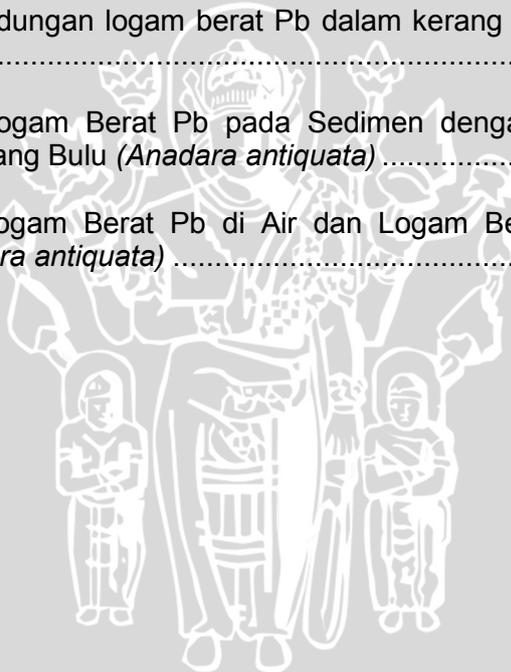
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat di Kerang	14
2. Lokasi Stasiun Pengambilan Sampel.....	17
3. Parameter Kualitas Air dan Metode Analisis.....	21
4. Kriteria Baku Mutu Air Laut, Sedimen dan Biota Laut (ppm)	22
5. Hasil Analisis Normalitas Data.....	29
6. Hasil Analisis Anova	29
7. Data Analisis Kualitas Air.....	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerang bulu	5
2. Anatomi Kerang Bulu	6
3. Denah pengambilan sampel	18
4. Grafik Rata-rata Ukuran Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	27
5. Grafik Rata-rata Kandungan logam berat Pb dalam air pada bulan Oktober 2016	30
6. Grafik rata-rata kandungan logam berat Pb dalam sedimen pada bulan Oktober 2016	32
7. Grafik rata-rata kandungan logam berat Pb dalam kerang bulu pada bulan Oktober 2016	35
8. Grafik Hubungan Logam Berat Pb pada Sedimen dengan Logam Berat Pb dalam Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	37
9. Grafik Hubungan Logam Berat Pb di Air dan Logam Berat Pb di Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	50
2. Peta Kecamatan Mayangan, Kecamatan Dringu dan Kecamatan Gending Probolinggo Jawa Timur.....	51
3. Alat dan Bahan	52
4. Cara Penentuan Ukuran Transek Garis	53
5. Hasil Analisis Data	54
6. Uji Anova dan Tukey pada Air.....	55
7. Uji Anova dan Tukey pada Sedimen	56
8. Uji Anova dan Tukey pada Kerang Bulu.....	57
9. Hubungan Logam Berat Pb Sedimen dengan Pb Kerang Bulu	58
10. Hubungan Logam Berat Pb Air dengan Pb Kerang Bulu.....	59
11. Ukuran Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>) (Cm) pada tanggal 17 Oktober 2016.....	60
12. Ukuran Kerang Bulu (<i>Anadara antiquata</i>) (Cm) pada tanggal 25 Oktober 2016.....	61
13. Hasil analisis logam berat (mg/l)	62

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan kualitas perairan akibat buangan air limbah (pencemaran) yang melampaui ambang batas merupakan salah satu dampak negatif dari perkembangan industri. Di suatu industri, limbah yang dihasilkan sangat bervariasi tergantung dari jenis dan ukuran industri, pengawasan pada proses industri, derajat penggunaan air, dan derajat pengolahan air limbah yang ada. Selain limbah cair, limbah padat (sampah) juga merupakan beban pencemaran yang dapat masuk ke perairan baik secara langsung maupun tak langsung. Pada limbah industri seringkali terdapat bahan pencemar yang sangat membahayakan seperti logam berat (Palar, 1994).

Logam berat pada perairan sangat berbahaya dikarenakan logam berat memiliki sifat non biodegradasi atau susah diuraikan. Meskipun jumlahnya sangat sedikit, logam berat akan terakumulasi pada tubuh organisme khususnya kerang *Anadara antiquata*. Kandungan logam berat pada tubuh kerang *Anadara antiquata* cenderung akan mengalami peningkatan dikarenakan organisme ini frtmencari makanan di dasar perairan dimana terdapat banyak kandungan logam berat yang telah mengalami pengendapan. Habitat kerang yaitu hidup pada substrat yang kaya bahan organik dan banyak ditemukan di perairan yang memiliki pasir berlumpur (Nurdin, 2008).

Kerang memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai bioindikator perairan dan sebagai sumber protein yang sangat tinggi. Pada perairan yang tercemar kerang biasa di gunakan sebagai bioindikator dengan melihat seberapa banyak kandungan logam berat yang diserap oleh kerang didalam tubuhnya, disamping itu juga dapat digunakan sebagai bioremediasi dikarenakan kerang mampu mengakumulasi logam berat pada tubuhnya sehingga dengan adanya

kerang tersebut kandungan logam berat yang ada diperairan dan sedimen mampu berkurang (Connell dan Miller, 1995).

Pantai Mayangan, Dringu dan Gending merupakan pantai yang berada di Probolinggo Jawa Timur yang memiliki tumbuhan mangrove yang lebat dan memenuhi area hutan mangrove. Menurut Pramusyawardhani (status lingkungan di Probolinggo di tahun 2009, ditemukan bahwa tingkat logam dalam air laut adalah $0,0053 \pm 0,003$ ppm. Pengenalan studi pada bulan Desember 2010 di pantai Probolinggo menunjukkan bahwa tingkat timbal (Pb) dalam air laut 0.0172 ppm. Tingkat logam berat timbal (Pb) di daerah pelabuhan diduga menyebabkan pencemaran dalam jaringan tiram *C. cucullata*, sehingga memerlukan pemantauan atas pencemaran logam berat timbal (Pb) di pantai pelabuhan perikanan Mayangan.

Masyarakat sekitar pantai memanfaatkan sumberdaya yang ada di pantai seperti ikan, kerang, kepiting dan sumberdaya yang lainnya. Untuk mendapatkan kerang *Anadara antiquata* masyarakat biasanya pergi ke pantai pada saat pantai mulai surut. Kerang *Anadara antiquata* banyak ditemukan di sekitar mangrove yang memiliki substrat pasir berlumpur dan banyak mengandung bahan organik. Hasil kerang *Anadara antiquata* oleh masyarakat beberapa ada yang di konsumsi sendiri ada juga yang di jual ke pasar. Namun banyaknya pabrik dan pelabuhan yang berada dekat perairan pantai disinyalir menghasilkan limbah logam berat Cd, Cr, Pb, Fe, Zn dan logam berat lainnya (Yulianto *et al.*, 2006).

Logam-logam berat tersebut dapat terakumulasi ke dalam tubuh biota-biota yang ada di perairan misalnya pada kerang yang memiliki sifat yang *filter feeder* dengan didukung pergerakannya yang lambat sehingga akan sangat susah kerang menghindar dari kondisi yang tercemar oleh logam-logam berat. Sifatnya *filter feeder* membuat kerang merupakan biota yang paling besar mengakumulasi logam berat dibanding biota air lainnya. Berdasarkan uraian di atas maka akan

diadakan penelitian Analisis logam berat Timbal (Pb) pada kerang bulu serta pada substrat dan air yang ada di pantai Mayangan, Dringu dan Gending.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah kadar logam berat Pb pada kerang *Anadara antiquata* di pantai Mayangan, Dringu dan Gending telah melebihi nilai ambang batas ?
2. Bagaimana pengaruh logam berat Pb terhadap struktur insang dan lambung kerang *Anadara antiquata* di pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo ?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini yakni untuk mengetahui secara langsung kondisi perairan di pantai Mayangan, Dringu dan Gending dan untuk mempraktikkan ilmu yang di dapat diperkuliahan dengan kondisi yang ada di tempat penelitian sehingga menjadi bahan informasi yang berguna bagi masyarakat sekitar pantai.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah kadar logam berat Pb pada kerang *Anadara antiquata* di pantai Mayangan, Dringu dan Gending telah melebihi nilai ambang batas serta untuk mengetahui kandungan logam berat Pb yang ada pada air dan sedimen di pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo.

1.4 Manfaat penelitian

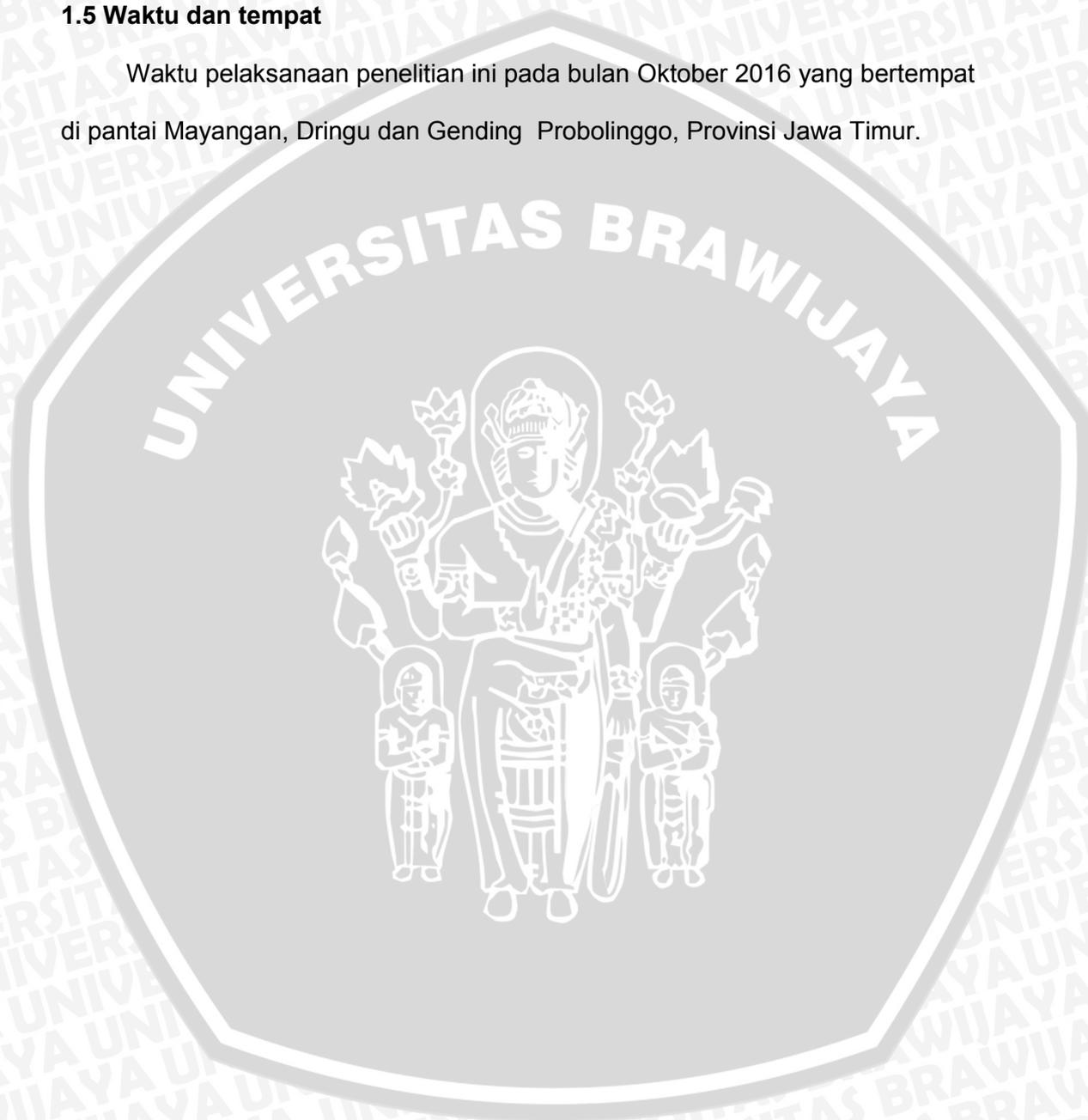
Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk :

1. Menambah informasi mengenai kadar logam berat Pb pada perairan dan sedimen di pantai Mayangan, Dringu dan Gending serta pengaruhnya terhadap kerang *Anadara antiquata*.

2. Sebagai bahan informasi kepada masyarakat akan kandungan logam berat yang ada pada tubuh kerang *Anadara antiquata* sehingga masyarakat lebih berhati-hati dan membatasi konsumsi terhadap kerang *Anadara antiquata*.

1.5 Waktu dan tempat

Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan Oktober 2016 yang bertempat di pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo, Provinsi Jawa Timur.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Kerang merupakan salah satu jenis Moluska yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber bahan pangan alternatif. Indonesia memiliki beraneka ragam jenis kerang, yaitu sekitar 143 spesies dan baru sekitar 18 spesies dari kelas Gastropoda dan Bivalvia yang sudah dimanfaatkan sebagai sumber bahan pangan alternatif (Bengen, 2009).

Menurut Olsson (1961) dalam Yusefi (2011), taksonomi kerang bulu adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Ordo	: Taxodonta
Famili	: Arcidae
Genus	: <i>Anadara</i>
Spesies	: <i>Anadara antiquata</i>



Gambar 1. Kerang bulu

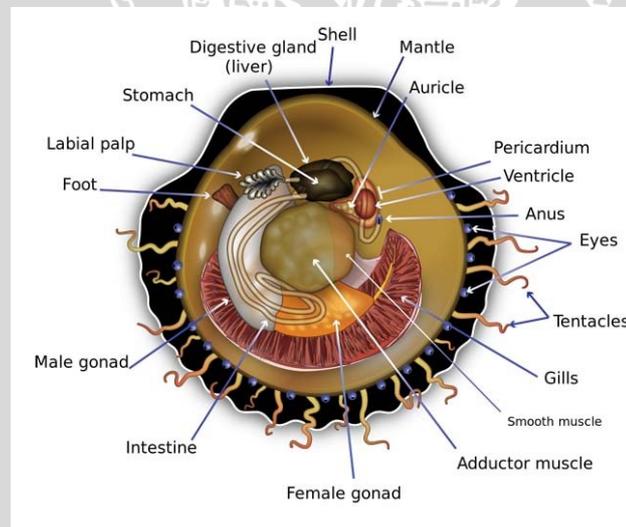
Bagian tubuh kerang bulu secara umum dibagi menjadi lima bagian, antara lain : 1. Kaki (*foot, byssus*), 2. Kepala (*head*), 3. alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), 4. selaput (*mantle*), dan 5. Cangkang (*shell*).

repository.ub.ac.id

Terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut pada bagian kepala. Bagian alat gerak adalah kaki yang merupakan otot yang mudah berkontraksi. Bentuk dan warna cangkang sangat bervariasi, tergantung pada habitat, jenis dan makanannya (Setyono, 2006).

2.1.2 Habitat Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Menurut Setyono (2006), jenis-jenis kekerangan laut ada yang hidup di dasar perairan (*benthic*) maupun di permukaan (*pelagic*). Mayoritas kekerangan adalah bentik, baik hidup diperairan dangkal (*littoral*) maupun perairan dalam (*deep zone*). Sedangkan menurut Pathansali dan Soong (1958); Broom (1982); Oemarjati dan Wardhana (1990), menyatakan bahwa jenis bivalvia umumnya terdapat pada habitat perairan litoral sampai bertahan pada kedalaman kurang lebih 500 m. Hewan ini sebagian besar membenamkan diri dalam pasir atau lumpur.



Gambar 2. Anatomi Kerang Bulu (Anonim, 2015)

A. *antiquata* dapat tumbuh dengan baik pada zona perairan litoral maupun sublitoral dengan tipe perairan yang tenang, terutama di teluk berpasir dan berlumpur sampai pada kedalaman 30 meter tetapi yang biasa dijadikan tempat hidup adalah daerah litoral dimana daerah tersebut masih terkena pasang surut (Poutiers, 1998).

Pada habitat kerang *A. antiquata* dibutuhkan kondisi alami dengan air yang tenang dengan sirkulasi air dan salinitas yang cukup mendukung. Beberapa faktor seperti iklim, kedalaman perairan, salinitas, dan jenis substrat merupakan beberapa variabel lingkungan yang dapat mendukung kehidupan moluska dengan habitat yang ditempati, dimana hal ini akan terkait dengan suplai makanan bagi moluska (Dance, 1977).

2.2 Logam Berat

2.2.1 Pengertian Logam Berat

Menurut Saeni (1989) bahwa yang dimaksud dengan logam berat adalah unsur yang mempunyai bobot jenis lebih dari 5 g/cm^3 yang biasanya terletak di bagian kanan bawah sistem periodik diantaranya: ferum (Fe), timbal (Pb), krom (Cr), kadmium (Cd), seng (Zn) tembaga (Cu), air raksa (Hg), mangan (Mn), dan arsen (As).

Logam berat merupakan salah satu komponen alami tanah yang sifatnya tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan. Logam berat masuk ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan, air minum, atau udara. Logam berat seperti tembaga, selenium atau seng dalam skala tertentu dibutuhkan tubuh manusia untuk membantu kinerja metabolisme tubuh, namun dapat menjadi racun jika konsentrasi logam berat dalam tubuh berlebih. Adanya reaksi akibat dari akumulasi menyebabkan logam berat tersebut menjadi berbahaya, yaitu peningkatan konsentrasi unsur kimia ditubuh mahluk hidup (Hutagalung, 1984).

2.2.2 Pencemaran Logam Berat pada Perairan

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan dan diserap oleh organisme pada perairan tersebut. Logam berat bersifat mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen hingga kadar logam berat pada sedimen lebih tinggi

dibandingkan dalam air. Mengendapnya logam berat bersama dengan padatan tersuspensi akan mempengaruhi kualitas sedimen di dasar perairan dan juga perairan sekitarnya (Effendi, 2003).

Kandungan logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan dan pengenceran, kemudian akan diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan berikatan dengan partikel-partikel sedimen, sehingga konsentrasi logam berat dalam sedimen dapat lebih tinggi dibandingkan dengan di dalam air (Putri, *et al.*, 2012).

2.3 Logam Berat Timbal (Pb)

Logam berat Pb (timbal) atau sering disebut juga timah hitam dalam bahasa latin dikenal dengan nama plumbum, disingkat dengan Pb. Timbal pada tabel periodik terdapat pada golongan XIV, periode VI, memiliki nomor atom 82 dengan berat atom 207,20 g/mol (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Menurut Sugiarto dan Retno (2010), sifat-sifat timbal adalah:

- 1) Memiliki titik cair terendah sebesar 327 °C dan titik didih sebesar 1620 °C
- 2) Merupakan logam lunak, sehingga bisa diubah menjadi berbagai bentuk
- 3) Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya, dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda pula dengan timbal murni
- 4) Memiliki densitas yang tinggi dibanding logam lain; kecuali emas dan merkuri, yaitu 11,34 g/cm³
- 5) Nampak mengkilat / berkilauan ketika baru dipotong, tetapi segera menjadi buram ketika terjadi kontak dengan udara terbuka

Menurut Sarjono (2009), sumber utama timbal yang digunakan sebagai bahan aditif bensin berasal dari komponen gugus alkil timbal. Kurang lebih 75% timbal yang ditambahkan pada bahan bakar minyak akan diemisikan kembali ke atmosfer. Hal inilah yang kemudian menyebabkan pencemaran udara yang

disebabkan oleh timbal. Timbal ini dapat memasuki perairan melalui air hujan yang turun.

Masuknya logam ke dalam lingkungan laut secara alamiah dapat digolongkan menurut Bryan (1976) adalah :

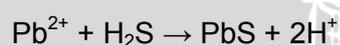
- 1) Pasokan dari daerah perairan, yang meliputi masukan dari sungai-sungai dan erosi yang disebabkan oleh gerakan gelombang dan gletser.
- 2) Pasokan dari laut dalam yang meliputi logam-logam yang dilepaskan oleh gunung berapi di laut dalam dan dari partikel atau endapan oleh adanya proses kimiawi.
- 3) Pasokan yang melampaui lingkungan dekat perairan dan meliputi logam yang diangkut ke dalam atmosfer sebagai partikel-partikel debu atau sebagai aerosol dan juga bahan yang dihasilkan oleh erosi gletser di daerah kutub dan diangkut oleh es-es yang mengambang.

Bahan buangan anorganik pada umumnya berupa limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit didegradasi oleh mikroorganisme. Apabila bahan buangan anorganik ini masuk ke air lingkungan, maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di air. Bahan buangan anorganik biasanya berasal dari industri yang melibatkan penggunaan unsur-unsur logam seperti timbal (Pb), arsen (As), kadmium (Cd), raksa (Hg), kromium (Cr), nikel (Ni), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan kobalt (Co) (Wardhana, 1995).

Timbal (Pb) pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut maupun tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal di dalam air relatif sedikit. Kadar dan toksisitas timbal dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendie, 2003). Senyawa Pb yang ada dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion divalent dan tetravalent (Pb^{2+} , Pb^{4+}). Ion Pb divalent (Pb^{2+}) digolongkan ke dalam kelompok ion logam kelas A, sedangkan ion Pb tetravalent (Pb^{4+}) digolongkan pada kelompok ion

kelas B. Pengelompokan ion logam ini dibuat oleh Richardson. Menurut pengelompokan tersebut, ion Pb divalent mempunyai daya racun yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan ion Pb tetravalent (Palar, 1994). Timbal secara alami banyak ditemukan dan tersebar luas pada bebatuan dan lapisan kerak bumi. Di perairan logam Pb ditemukan dalam bentuk Pb^{2+} , $PbHCO_3$, $PbOH^+$, $PbSO_4$, dan $PbCO^+$ (Perkins, 1977 dalam Rohilan, 1992). Pb^{2+} di perairan bersifat stabil dan lebih mendominasi dibandingkan dengan Pb^{4+} (Gesamp, 1985 dalam Apriadi, 2005).

Dalam distribusinya, logam berat pada sedimen dasar perairan sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus presentase logam berat lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal tersebut disebabkan karena partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat Pb daripada partikel sedimen yang lebih besar (Sahara, 2009). Menurut Usman (2013), bahwa sedimen banyak mengandung bahan-bahan organik yang mampu mengikat logam berat. Senyawa yang paling banyak yaitu H_2S , sehingga logam berat Pb dengan mudah masuk dan terikat di dalam sedimen dengan reaksi:



dimana ligan pengompleks anorganik yang dominan yaitu meliputi Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , dan F^- akan membentuk senyawa kompleks dengan logam berat Pb.

Menurut Hutagalung, *et al.* (1997), bahwa logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Mekanisme akumulasi logam berat pada substrat dasar berupa, pengendapan logam berat dalam substrat, pengendapan oleh partikel-partikel dalam substrat, dan asosiasi dengan partikel organisme.

Sebagian besar logam berat masuk ke dalam tubuh organisme air melalui rantai makanan (Waldichuck, 1974). Logam berat diserap oleh tubuh hewan perairan kebanyakan dalam bentuk ion. Penyerapan tersebut dalam bentuk ion, melalui insang dan saluran pencernaan. Logam dapat tertimbun dalam jaringan terutama hati dan ginjal. Ion logam yang masuk ke dalam jaringan makhluk hidup bersenyawa dengan bahan kimia jaringan yang ada di dalam tubuh makhluk hidup (Suaniti, 2007). Ion logam berat tersebut masuk ke dalam tubuh organisme lalu bergabung dengan biomolekul tubuh seperti protein dan enzim yang membentuk ikatan kimia yang stabil. Atom-atom hidrogen digantikan oleh logam berat yang bertindak sebagai substrat dan bereaksi dengan enzim metabolisme, kemudian logam berat akan membentuk senyawa biotoksik yang stabil yang sulit dipisahkan (Duruibe, 2007 dalam Usman 2013). Masuknya logam berat ke dalam organisme, diperjelas oleh Fardiaz (1992) daya racun dari logam ini disebabkan terjadi penghambatan proses kerja enzim oleh ion-ion Pb^{2+} . Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin darah. Hal ini disebabkan karena bentuk ikatan yang kuat antara ion-ion Pb^{2+} dengan gugus sulfur di dalam asam-asam amino.

2.4 Mekanisme Penyerapan Makanan pada Kerang Bulu

Bivalvia merupakan hewan filter feeder yang memperoleh makanan dengan menghisap partikel organik bersama-sama dengan air melalui siphon dan disaring melalui insang (Nurfakih *et al.*, 2013). Barnes (1968) menambahkan bahwa proses penyaringan pada bivalvia masuk melalui sifon inkuren dan tersaring di insang. Penyusun utama lapisan membran insang adalah epitel pipih selapis dan berhubungan langsung dengan sistem pembuluh, dan diduga logam berat yang masuk bersamaan dengan partikel makanan yang mengalami difusi melalui membrane insang dan terbawa aliran darah.

Makanan akan masuk ke dalam rongga mulut setelah melalui penyaringan dengan *cilia* yang terdapat pada *labial palp* sehingga partikel air yang mengandung makanan terbawa masuk ke dalam rongga mantel. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan kerang hijau sangat dipengaruhi oleh kelimpahan pakan yang tersedia. Pencemaran di wilayah pesisir yang berasal dari buangan limbah yang masuk ke perairan melalui aliran sungai seperti Hg, Pb, dan Cd serta logam berat yang lainnya akan berpengaruh terhadap mikroalga dan kerang hijau, karena merupakan bioakumulasi bagi bahan-bahan polutan seperti logam berat. Semakin meningkatnya kandungan logam berat dalam tubuh kerang hijau baik yang masuk melalui rantai makanan ataupun kontak langsung dengan jaringan akan menyebabkan kerang hijau melakukan filtrasi makanan sehingga mengalami penurunan pertumbuhan bahkan kematian (Suryono, 2006).

2.5 Pengaruh Logam Berat Terhadap Kerang

Logam masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu melalui saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pernafasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui insang maupun hewan darat yang masuk melalui debu di udara. Absorpsi melalui saluran pencernaan hanya beberapa persen saja tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar walaupun absorpsinya relatif kecil (Darmono, 2001).

Proses penyaringan pada bivalvia masuk melalui sifon inkuren dan tersaring di insang. Penyusun utama lapisan membran insang adalah epitel pipih selapis yang berhubungan langsung dengan sistem pembuluh, dan diduga logam berat yang masuk bersamaan dengan partikel makanan mengalami difusi melalui membran insang dan terbawa aliran darah (Barnes, 1968).

Untuk jenis kerang (bivalvia) yang cara makannya dengan cara menyaring atau *filter feeder* bahan kimia dan bahan beracun yang terlarut dalam air maupun

yang terkandung di dalam mikro-alga akan diserap dan dicerna serta diakumulasikan bersama protein di dalam tubuh. Melalui proses *biomagnifikasi* bahan kimia yang terakumulasi di dalam tubuh kerang akan berpindah ke tubuh manusia pada saat mengkonsumsinya. Logam berat seperti Cd, Pb, dan Cu terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses transformasi melalui dinding sel. Logam berat juga mengendapkan senyawa fosfat biologis atau mengkatalis penguraiannya (Manahan, 1977).

Pada ikan dan organisme perairan lainnya organ respirasi yang utama dan paling vital adalah insang. Karena berperan dalam pertukaran gas, keseimbangan asam basa, regulasi ion, dan ekskresi nitrogen. Sehingga apabila organisme tersebut terpapar polutan dalam kondisi berbahaya karena polutan menghalangi penerimaan oksigen misalnya terjadi fusi (Nurchayatun, 2007).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan mengenai logam berat pada kerang pada beberapa wilayah perairan yang ada di Indonesia ditampilkan dalam tabel 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kerang memiliki sifat akumulator yang berguna untuk mengetahui jumlah konsentrasi logam berat. Berdasarkan hasil analisis mengenai akumulasi logam berat pada kerang memiliki akumulasi logam berat yang berbeda-beda tergantung dari lokasi dan kondisi perairan yang ada.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat di Kerang

No	Sumber	Organisme	Lokasi	Hasil Penelitian
1.	Muslimah (2013)	kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan	Pb air = 0,204 mg/l Pb sedimen = 5,318 mg/kg Pb kerang = 2,315 mg/kg
2.	Susanty (2014)	kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	Perairan Kronjo dan Cituis, Kabupaten Tangerang	Pb air = 0 (tidak diketahui) Pb sedimen = 0 (tidak diketahui) Pb kerang = 6,908 mg/kg
3.	Rachim, <i>et al.</i> (2001)	kerang darah (<i>Anadara granosa</i>) dan kerang bulu (<i>Anadara antiquata</i>)	Perairan pantai bagian utara Kota Ujung Pandang	Cd air = 0,0579 mg/l Cd kerang darah = 13,6695-80,0289 mg/kg Cd kerang bulu = 8,0364-74,7026 mg/kg

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah analisa kandungan logam berat Pb di perairan, sedimen dan tubuh kerang bulu di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo. Adapun peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 1 dan denah monografi Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending dapat dilihat pada Lampiran 2.

Parameter kualitas air pendukung yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter fisika seperti suhu dan arus. Parameter kimia seperti derajat keasaman (pH), salinitas dan oksigen terlarut (DO). Parameter pendukung seperti tipe pasang surut, arah angin.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 3.

3.3 Metode Penelitian

Metode pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei yang dapat dijelaskan secara deskriptif yaitu metode yang digunakan untuk melukiskan secara sistematis fakta atau karakteristik populasi tertentu atau bidang tertentu, secara aktual dan cermat. Menurut Suryana (2010), metode deskriptif yaitu metode yang digunakan untuk mencari unsur-unsur, ciri-ciri, sifat-sifat suatu fenomena atau permasalahan yang ada. Pelaksanaan metode deskriptif ini tidak terbatas pada penyusunan data maupun pengumpulan data, tetapi meliputi analisis dan pembahasan tentang data tersebut, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran secara umum, sistematis, aktual dan valid mengenai fakta dan sifat- sifat populasi daerah tersebut. Sedangkan, data

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

a) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh peneliti secara langsung dari sumber data utama. Data primer disebut juga sebagai data asli atau data baru yang memiliki sifat *up to date*. Untuk mendapatkan data primer, peneliti harus mengumpulkannya secara langsung. Teknik yang dapat digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer antara lain observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner (Aedi, 2010). Data primer yang diambil dalam penelitian ini adalah Kandungan logam berat Pb pada perairan, sedimen dan tubuh kerang bulu dan kualitas perairan yang diukur meliputi suhu, pH, salinitas, tipe pasang surut, arah angin, arus dan oksigen terlarut (DO).

b) Data sekunder

Data sekunder adalah data atau informasi yang dikumpulkan dan dilaporkan oleh seseorang untuk suatu tujuan tertentu maupun sebagai pengetahuan ilmiah. Menurut Hartono (2014), data sekunder ini digunakan oleh peneliti untuk di proses lebih lanjut. Data ini bisa di peroleh dari pihak lain seperti kepustakaan, majalah, tabloid, atau media massa lainnya seperti internet, arsip, refrensi lain yang dapat mendukung penelitian. Data sekunder didalam penelitian ini didapatkan dari laporan, jurnal, buku, situs internet serta kepustakaan yang dapat menunjang dari penelitian ini meliputi data suhu, pH, salinitas, tipe pasang surut, arah angin, arus, oksigen terlarut (DO) dan peta lokasi penelitian.

3.4 Prosedur Penelitian

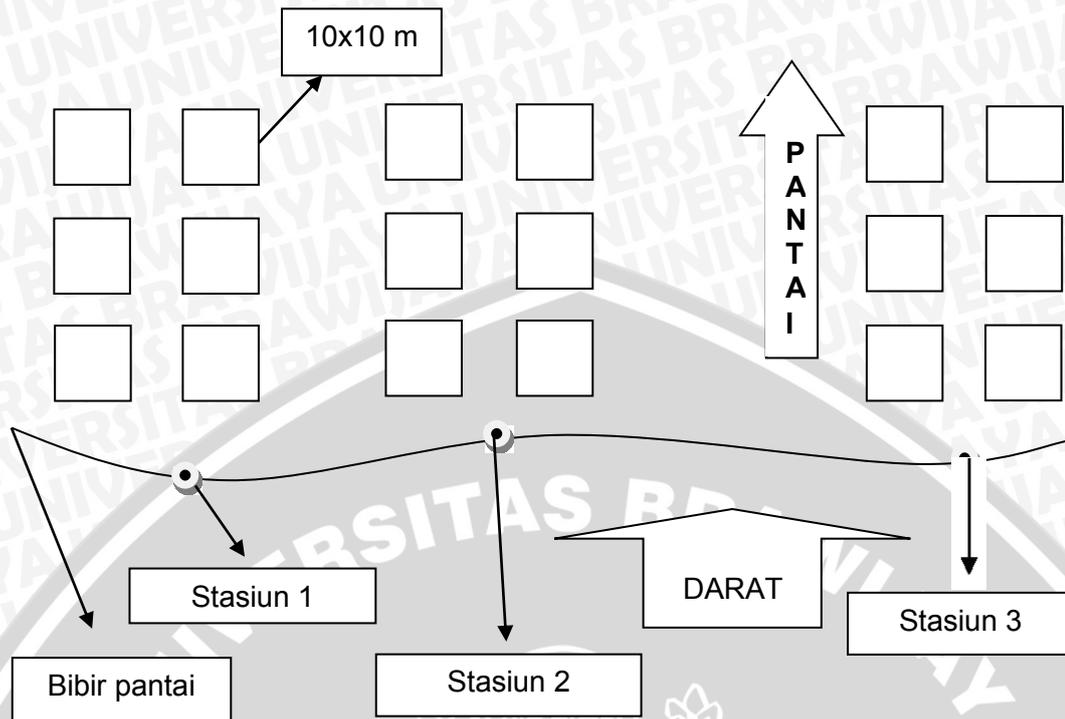
3.4.1 Penentuan Stasiun

Penelitian ini dilakukan di Perairan Kecamatan Mayangan, Kota Probolinggo; Perairan Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo; dan Perairan Kecamatan Gending, Kabupaten Probolinggo. Berikut adalah adalah titik lokasi pengambilan sampel penelitian yang ditunjukkan pada Lampiran 1.

Penentuan pengambilan sampel dipilih secara sengaja berdasarkan pertimbangan perbedaan sumber dari logam berat dan jenis aktivitas yang ada disekitarnya serta berdasarkan sebaran kerang *Anadara antiquata*. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dengan menggunakan transek garis (*line transect*) sepanjang 100 meter dengan cara membagi habitat sebaran kerang secara tegak lurus dari pantai ke arah laut. Tiap stasiun terdiri dari 3 titik pengambilan sampel yaitu pada titik pertama di habitat sebaran kerang dekat dengan pantai pada jarak 0 - 10 meter, pada titik kedua di tengah-tengah habitat sebaran kerang pada jarak 45 - 55 meter dan pada titik ketiga di habitat sebaran kerang dekat laut pada jarak 90 - 100 meter. Adapun stasiun pengambilan sampel ditunjukkan pada Tabel 2 dan denah lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 2. Lokasi stasiun pengambilan sampel

Stasiun	Lokasi
1	Area pelabuhan perairan Mayangan
2	Pantai belakang pabrik gula Perairan Dringu
3	Sekitar mangrove dekat pemukiman warga dan area tambak perairan Gending



Gambar 3. Denah pengambilan sampel

3.4.2 Prosedur Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari masing-masing perairan yang telah ditentukan. Pengambilan sampel kerang bulu dan substrat dilakukan dengan cara menggali substrat. Dalam tiap stasiun dilakukan pengambilan di 3 tempat yaitu darat, tengah dan pantai. Jarak pengambilan sampel pada stasiun 1 sejauh 35 m, pada stasiun 2 sejauh 33 m dan pada stasiun 3 sejauh 45 m dan diulang dua kali di tiap-tiap stasiun. Adapun Gambar pengukuran jarak pengambilan sampel ditunjukkan pada Lampiran 5. Kerang diambil menggunakan transek *line* berukuran 10 x 10 meter sebanyak 10 ekor pada darat, 10 ekor pada tengah dan 10 ekor pada pantai. Sedangkan sampel air diambil pada saat pantai dalam kondisi surut dengan menggunakan botol hingga volume air berisi 250 ml. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan pipa berdiameter 6 cm yang ditancapkan ke dalam perairan hingga kedalaman 5 cm, setelah itu bagian bawah pipa paralon ditutup dan diangkat perlahan-lahan agar sedimen di dalamnya tidak keluar. Sampel yang telah diangkat kemudian dimasukkan ke

dalam baskom, lalu diambil kurang lebih 500 g. Setelah semua sampel didapat dimasukkan ke dalam plastik, untuk sampel kerang terlebih dahulu dicuci dengan air laut agar sedimen yang memempel pada cangkang kerang hilang. Selanjutnya sampel di letakkan pada *coolbox* untuk kemudian dianalisis kandungan logam berat di laboratorium kimia.

3.5 Metode Analisis Logam Berat

3.5.1 Analisis Sampel Cair

1. air diambil sebanyak 25 ml
2. masukkan air sampel kedalam beker glass 100 ml dan tambahkan 5 ml HNO_3
3. panaskan di atas *hotplate* dalam lemari asam
4. pindahkan ke dalam labu ukur 50 ml
5. ukur sampel dengan AAS
6. catat absorbansinya (Inswiasri *et al.*, 1995).

3.5.2 Analisis Sampel Padat (Kerang dan Sedimen)

1. Proses Detruksi Sampel

Adapun langkah dalam proses detruksi sampel pada kerang dan sedimen sebagai berikut : dilakukan pencucian pada sampel kerang yang didapat di stasiun untuk menghilangkan lumpur yang melekat pada kerang. Kemudian dilakukan pengovenan pada suhu 110°C selama 24 jam. Setelah kering sampel diblender hingga halus dan menjadi serbuk. Dilakukan penimbangan sebanyak 5 gram pada masing-masing sampel kerang dan sedimen. Kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam *furnance oven* pada suhu 450°C selama 12 jam sampai menjadi abu berwarna putih. Langkah terakhir menganalisis kandungan logam berat dengan mendetruksi secara kimia (Rini 2001 *dalam* Arisandi 2002).

2. Analisis Kandungan Logam Berat Pb

Adapun analisis kandungan logam berat dalam penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom, berikut ini adalah analisis kandungan logam berat Pb :

Analisis Pb

- a) Abu ditimbang seberat 6 gram dan beratnya dicatat
 - b) Dipindahkan dalam beker gelas 100 ml, setelah itu tambahkan 10 ml HNO_3 pada *beacker glass* yang telah terisi sampel dan dilengkapi dengan magnet pengaduk.
 - c) Panaskan sampel dalam *hotplate* di dalam kamar asam, hingga sampel terlarut seluruhnya.
 - d) Disaring menggunakan kertas saring
 - e) Dipindahkan larutan sampel kedalam labu takar 25ml
 - f) Sampel diencerkan dengan aquades sampai tanda batas
 - g) sampel diukur dengan AAS
 - h) Absorbsinya dicatat dengan panjang gelombang 253,7 nm
- 3.3 Jenis penelitian.

3.5.3 Parameter Fisika Kimia Perairan

Pada penelitian ini parameter yang diukur antara lain parameter suhu, salinitas, pH, DO, tipe pasang surut, arah angin dan arus. Dilakukan pengukuran kualitas perairan tersebut di laboratorium. Adapun alat dan parameter yang diukur bisa dilihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Parameter kualitas air dan metode analisis.

Parameter	Metode analisis/alat
Fisika	
1. suhu	Termometer air raksa
2. salinitas	Refraktometer
Kimia	
1. pH	pH meter
2. DO	DO meter
Tipe pasang surut	
Tipe pasang surut	Tide staf
Arah angin	
Arah angin	Anemometer
Arus	
Arus	Current meter
Logam berat	
Pb	AAS

3.7 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisa regresi linier sederhana dengan model regresi linier sederhana pada software SPSS versi 24.0. Analisa regresi merupakan alat analisa yang mampu menjelaskan pola hubungan antara dua variabel atau lebih yang terdiri atas variabel dependen (Y) dan variabel independen (X), sedangkan koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan antara variabel X dan Y. uji regresi bertujuan untuk mengetahui hubungan pengaruh antara satu variabel terhadap variabel lain. Variabel yang dipengaruhi disebut variabel tergantung atau dependen sedangkan variabel yang mempengaruhi disebut variabel bebas atau variabel independen.

Menurut Sujianto (2009), menyatakan bahwa regresi sederhana seringkali digunakan untuk mengatasi permasalahan analisis regresi yang melibatkan hubungan dari variable terikat dengan variabel bebas. Model regresi ini

digunakan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Pb pada tubuh kerang bulu yang merupakan variabel terikat (Y) terhadap kadar logam berat Pb di air dan sedimen yang merupakan variabel bebas (X). Persamaan model regresi linier sederhana menurut Walpole (1995) yaitu:

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

- Y : Variabel terikat (kadar logam berat Pb pada tubuh kerang bulu)
- a : Intersep atau perpotongan dengan sumbu tegak (y)
- b : Kemiringan atau gradien variabel bebas
- X : Variabel bebas (kadar logam berat Pb di air dan sedimen)

Untuk melihat kondisi pencemaran logam berat di pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo, Hasil analisis logam berat dibandingkan dengan Kriteria Baku Mutu Air Laut untuk biota laut berdasarkan kepmen LH No 51 2004, RNO untuk sedimen dan WHO baku mutu untuk biota laut. Kriteria dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Kriteria baku mutu air laut, sedimen dan biota laut (ppm)

Logam Berat Untuk Air Laut	Kepmen LH No 51 2004
Timbal (Pb)	0,001 ppm
Logam Berat Sedimen	RNO (<i>Reseau National d'Observation</i>)
Timbal (Pb)	0,2-0,035 ppm
Logam Berat dalam Biota Laut	WHO
Timbal (Pb)	0,5 ppm

Hasil data kadar logam berat pada kerang bulu, sedimen dan air dianalisis dengan analisis deskriptif untuk mengetahui apakah ada perbandingan yang terlihat jelas antara ketiga perairan (Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending) dilihat dari sumber logam berat yang berbeda dari setiap perairan. Nilai ambang batas logam berat Pb yang dianjurkan oleh standart Indonesia yang dilaporkan oleh WHO digunakan sebagai pembanding hasil analisis kadar logam berat Pb.

3.7.1 Kandungan Pb Pada Air Laut

Kandungan Pb pada air laut cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan Pb pada sedimen. Hal ini diduga karena air laut bersifat dinamik sehingga selalu bergerak mengikuti arus dan gelombang. Kondisi ini mengakibatkan kandungan bahan kimia maupun bahan pencemar seperti logam berat dalam air akan tersebar merata dalam kolom air laut (Waldichuk, 1974).

3.7.2 Kandungan logam berat Pb pada sedimen

Kandungan logam berat Pb pada sedimen cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan Pb pada air laut. Hal ini sesuai dengan pendapat Redger *et al.* (1980) dalam Rachmansyah dan Taufik (1997) yang menyatakan bahwa kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi bila dibandingkan dengan kandungannya di perairan di atasnya. Kandungan Pb dalam sedimen lebih tinggi karena sedimen mampu mengikat senyawa organik dan anorganik dalam konsentrasi tinggi.

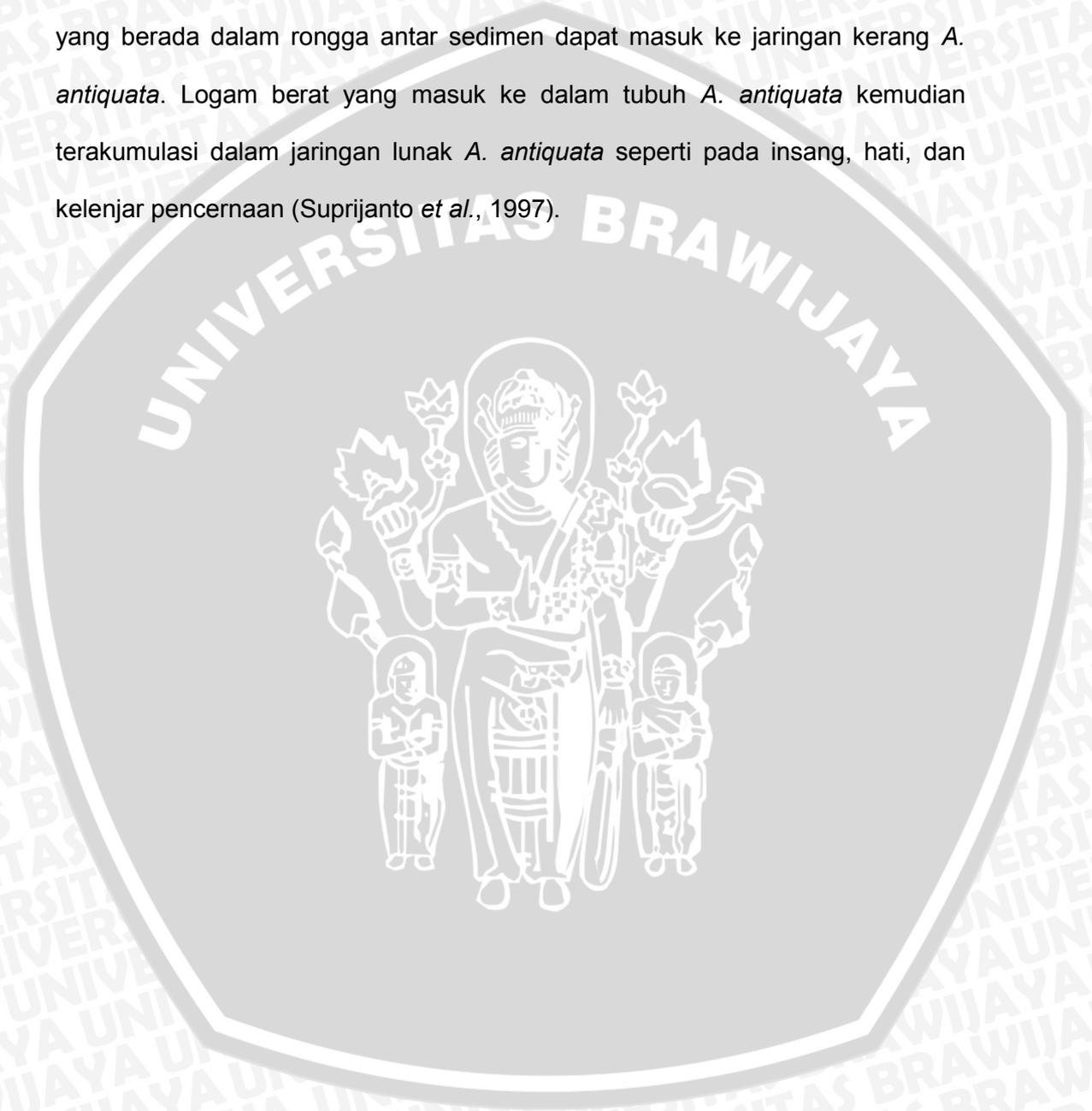
Menurut Afiati (2005), kandungan logam berat dalam sedimen tinggi karena mungkin dihasilkan dari pengikatan beberapa komponen senyawa, seperti partikel organik, ZnO_2 , MnO_2 , dan *clay*. Logam berat dalam sedimen juga lebih banyak berada dalam bentuk endapan sehingga sulit untuk lepas kembali ke perairan.

3.7.3 Kandungan Pb dalam tubuh *A. Antiquata*

Kandungan logam berat pada kerang *A. Antiquata* cenderung mengikuti jumlah kandungan logam berat yang ada di sedimen. Hal ini dikarenakan kerang ini hidup di dasar perairan. Logam berat dapat terserap ke dalam tubuh *A. antiquata* karena erat kaitannya dengan habitat dan sifat biologi *A. antiquata*, yaitu *filter feeder*. Afiati (1994), menyatakan bahwa ketiadaan *siphon* pada *A. antiquata* membuat cangkang *A. antiquata* lebih banyak terbuka di bawah air

sehingga *A. antiquata* relatif tidak mampu untuk mencegah kontak langsung dengan racun.

Pada umumnya *A. antiquata* memperoleh makanannya dengan menyaring partikel-partikel air laut maupun sedimen, sehingga logam berat terlarut maupun yang berada dalam rongga antar sedimen dapat masuk ke jaringan kerang *A. antiquata*. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh *A. antiquata* kemudian terakumulasi dalam jaringan lunak *A. antiquata* seperti pada insang, hati, dan kelenjar pencernaan (Suprijanto *et al.*, 1997).



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Perairan Mayangan

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Mayangan yang terletak di Kecamatan Mayangan, Kota Probolinggo terletak pada koordinat $7^{\circ}43'41''$ - $7^{\circ}49'04''$ Lintang Selatan dan $113^{\circ}10'$ - $113^{\circ}15'$ Bujur Timur. Batas wilayah Kecamatan Mayangan adalah sebelah Utara Selat Madura, sebelah timur Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo, sebelah selatan Kecamatan Kanigaran, sebelah barat Kecamatan Kademangan. Secara letak administratif Mayangan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 0 sampai 50 meter di atas permukaan air laut, memiliki suhu udara rata-rata $29-32^{\circ}\text{C}$, curah hujan rata-rata sebesar 950 mm/tahun. Daerah ini memiliki 2 musim, yaitu hujan dan musim kemarau. Pada kondisi normal, musim penghujan berada pada bulan Nopember hingga April, sedangkan musim kemarau berada pada bulan Mei hingga Oktober setiap tahunnya.

Wilayah Kota Probolinggo di sebelah utara berbatasan langsung dengan laut yaitu Selat Madura, oleh karenanya sebagian penduduknya beraktifitas dan berdomisili di dekat pantai atau di kawasan pesisir. Panjang pantai wilayah Kota Probolinggo adalah sekitar 7 Km dengan berbagai aktivitas masyarakat di dalamnya. Secara umum masyarakat di kawasan pesisir Kota Probolinggo, mempunyai mata pencaharian sebagai nelayan penangkap ikan, pembudidaya ikan di tambak, serta pencari kerang dan tiram.

4.1.2 Perairan Dringu

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Dringu yang terletak di desa Dringu, Kabupaten Probolinggo terletak pada koordinat $7^{\circ} 40'$ sampai $8^{\circ} 10'$ lintang selatan dan $111^{\circ} 50'$ sampai $113^{\circ} 30'$ bujur timur. Batas wilayah

Kecamatan Dringu adalah sebelah utara Selat Madura, sebelah selatan Kecamatan Tegalsiwalan dan Kecamatan Leces, sebelah timur Kecamatan Gending dan Kecamatan Banyuwanyar, sebelah barat Kota Probolinggo. Secara letak administratif Kecamatan Dringu merupakan dataran rendah dengan ketinggian 0 sampai 10 meter di atas permukaan air laut memiliki suhu udara cenderung panas, curah hujan rata-rata sebesar 110 mm/tahun. Daerah ini memiliki 2 musim, yaitu hujan dan musim kemarau.

4.1.3 Perairan Gending

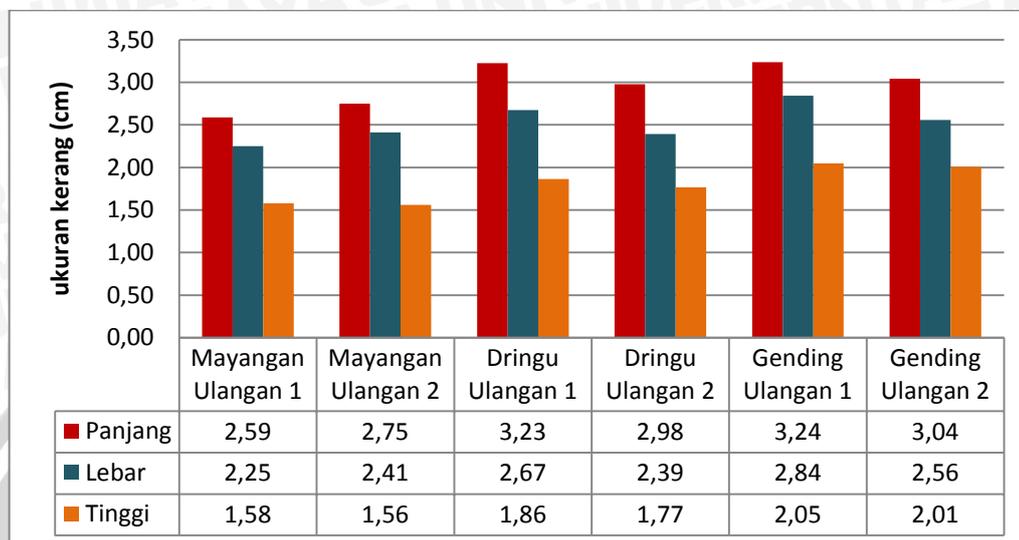
Penelitian ini dilaksanakan di perairan Gending yang terletak di Kecamatan Gending Kabupaten Probolinggo, terletak pada koordinat $7^{\circ}13'04.45-7^{\circ}13'25.43''S$ LS dan $112^{\circ}48'48.80-112^{\circ}49'17.02''T$ BT. Batas-batas wilayah Gending adalah sebelah utara Selat Madura, sebelah timur Kecamatan Pajajaran, sebelah selatan Kecamatan Banyuwanyar, sebelah barat Kecamatan Dringu.

Menurut Rasyidi (2015), menyatakan bahwa ditinjau dari ketinggian di atas permukaan air laut, Kecamatan Gending berada pada ketinggian +100 meter. Dengan luas wilayah 36.615 Km². Ditinjau dengan indikator curah hujan, kecamatan Gending memiliki curah hujan terbesar 454 mm/tahun dan curah hujan terkecil 41 mm/tahun.

4.2 Sebaran Ukuran Sampel Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Sebaran ukuran sampel yang diperoleh pada waktu penelitian di perairan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo yaitu dengan cara mengukur panjang, lebar dan tinggi kerang bulu dengan menggunakan jangka sorong serta dihitung rata-rata ukuran kerang bulu sebanyak 2 kali pengulangan pada tiap-tiap perairan penelitian. Ukuran rata-rata sampel kerang Bulu yang diperoleh pada tiap perairan berbeda-beda mulai dari ukuran terkecil sampai ukuran terbesar.

Hasil pengukuran sampel kerang Bulu tersebut, diperoleh dari pengambilan sampel kerang Bulu pada tiap-tiap perairan. Rata-rata ukuran sampel kerang Bulu pada tiap-tiap perairan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Rata-rata Ukuran Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) pada Masing-masing Perairan

Pada perairan Mayangan kerang bulu memiliki panjang berkisar antara 2,59 cm – 2,75 cm, lebar berkisar antara 2,25 cm – 2,41 cm dan tinggi berkisar antara 1,56 cm – 1,58 cm. Pada perairan Dringu kerang bulu memiliki panjang berkisar antara 2,98 cm – 3,23 cm, lebar berkisar antara 2,39 cm – 2,67 cm dan tinggi berkisar antara 1,77 cm – 1,86 cm. Sedangkan pada perairan Gending kerang bulu memiliki panjang berkisar antara 3,04 cm – 3,24 cm, lebar berkisar antara 2,56 cm – 2,84 cm dan tinggi berkisar antara 2,01 cm – 2,05 cm. Sebaran ukuran sampel kerang bulu bisa dilihat pada lampiran 11 dan 12.

Ukuran kerang Bulu yang diperoleh pada tiap-tiap perairan penelitian sangat bervariasi. Ukuran tersebut dapat mempengaruhi jumlah kandungan logam berat yang terdapat dalam kerang bulu. Berdasarkan hasil pengukuran sampel kerang bulu diatas dapat diketahui bahwa rata-rata ukuran kerang bulu terbesar terdapat pada perairan Gending dengan panjang rata-rata sebesar 3,24 cm, lebar rata-rata sebesar 2,86 cm dan tinggi rata-rata sebesar 2,05 cm.

Sedangkan ukuran rata-rata kerang bulu terkecil terdapat pada perairan Mayangan dengan panjang rata-rata sebesar 2,59 cm, lebar rata-rata sebesar 2,25 cm dan tinggi rata-rata sebesar 1,56 cm. Ukuran kerang akan mempengaruhi kadar logam berat dalam kerang tersebut. Selain ukuran, umur kerang juga sangat berpengaruh terhadap daya akumulasi logam berat yang ada di lingkungannya. Diduga semakin besar ukuran kerang (tua), semakin banyak kerang tersebut menyerap logam berat. Rudiyanti (2009), menyatakan bahwa Kerang Bulu yang berukuran kecil (muda) memiliki kemampuan akumulasi yang lebih besar dibandingkan dengan Kerang yang berukuran lebih besar (tua). Semakin besar ukuran (tua) kerang maka akan semakin baik kemampuannya dalam mengeliminasi logam berat.

Tingkat kemampuan individu untuk menyaring dan mengekskresikan logam yang ada dalam tubuhnya berbeda-beda. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsentrasi dan akumulasi logam antara lain *bioavailability* logam, ukuran dan berat, dan komposisi jaringan. Konsentrasi logam pada kelompok kerang-kerangan dalam satu lokasi yang sama berbeda antara individu satu dengan individu yang lain. Hal ini tergantung kemampuan/kapasitas masing-masing individu untuk mengakumulasi logam (Otchere, 2003).

4.3 Hasil Analisis Perbedaan Konsentrasi Pb pada Air, Sedimen dan Kerang Bulu Antar Titik Sampling

Analisis perbedaan konsentrasi Pb pada air, sedimen dan kerang bulu antar titik sampling dianalisis menggunakan software SPSS 24.0. Syarat yang harus dilakukan untuk menguji perbedaan tersebut adalah melakukan uji normalitas data. Hasil analisis normalitas data ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Normalitas Data

Uji Normalitas Data	Nilai signifikansi (Sig.)
Air	,865
Sedimen	,510
Kerang Bulu	,383

* Berdistribusi normal pada nilai (p) > 0.05

Berdasarkan hasil uji normalitas data yang ditampilkan pada Tabel 5, menunjukkan bahwa data konsentrasi Pb pada air, sedimen dan kerang bulu terdistribusi normal. Setelah diketahui data terdistribusi secara normal, maka uji analisis dilanjutkan ke tahap analisis berikutnya yaitu menggunakan uji statistik *Analysis Of Varian* (ANOVA) *one way* untuk mengetahui apakah ada perbedaan konsentrasi Pb pada air, sedimen, dan kerang bulu dari perairan Mayangan, Dringu dan Gending. Hasil analisis Anova ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Anova

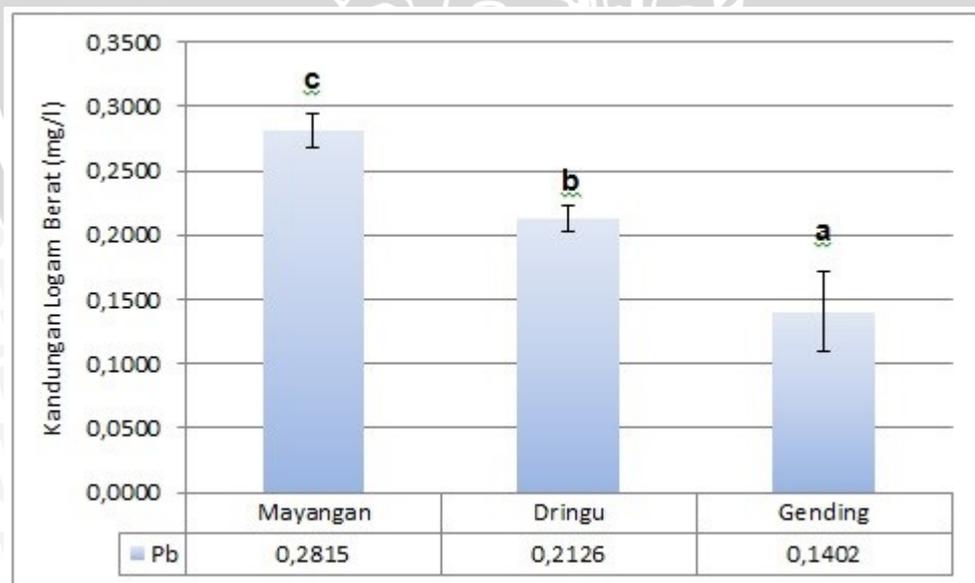
Anova	Nilai F Hitung
	Pb
Air	24,128
Sedimen	79,161
Kerang Bulu	35,608

*Berbeda signifikan F hitung > F tabel 5% (3,18)

Berdasarkan hasil uji Anova pada Tabel 5, diperoleh F hitung untuk air sebesar 24,128; 79,161 untuk sedimen, dan 35,608 untuk kerang bulu. F hitung pada masing-masing organ menunjukkan nilai yang lebih besar dari F tabel 5% yang bernilai 3,18, sehingga konsentrasi Pb pada air, sedimen dan kerang bulu tersebut dari perairan Mayangan, Dringu dan Gending menunjukkan hasil yang berbeda. Hasil uji Anova hanya memutuskan bahwa ada perbedaan konsentrasi Pb pada air, sedimen dan kerang bulu tersebut yang diperoleh dari perairan Mayangan, Dringu dan Gending, oleh sebab itu perlu dilakukan uji lanjut (post hoc) untuk mengetahui konsentrasi Pb dari manakah yang berbeda. Uji lanjut dilakukan dengan analisis Tukey HSD.

4.3.1 Hasil Analisis Logam Berat di Air

Pengambilan sampel logam berat pada air dilakukan pada 3 stasiun penelitian dengan dua kali ulangan, stasiun 1 merupakan pantai yang berada dekat area pelabuhan Kecamatan Mayangan. Stasiun 2 merupakan Pantai yang berada di belakang pabrik gula Kecamatan Dringu. Stasiun 3 merupakan Pantai yang berada di dekat area mangrove dan pemukiman warga Kecamatan Gending. Analisis logam berat Pb dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, Malang. Berdasarkan hasil analisis logam berat pada perairan di Pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dapat diketahui bahwa perairan di Pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo mengandung logam berat Pb dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap perairan penelitian. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran kandungan logam berat pada perairan Pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dapat dilihat pada lampiran 13. Perbandingan logam berat Pb dari ketiga perairan dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Grafik rata-rata kandungan logam berat Pb dalam air pada bulan Oktober 2016

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat dan standar deviasi 2 ulangan di perairan Mayangan sebesar $0,2815 \pm 0,01336$; perairan Dringu sebesar $0,2126 \pm 0,01039$; dan perairan Gending sebesar $0,1402 \pm 0,03090$. Notasi a, b, dan c didapatkan dari analisis Tukey HSD. Logam berat Pb pada perairan Mayangan memiliki kadar tertinggi kemudian disusul dengan perairan Dringu dan perairan Gending dengan kadar terendah. Pada gambar 9 di atas menunjukkan bahwa berdasarkan hasil analisis Tukey HSD, menunjukkan bahwa kandungan Pb pada air yang diperoleh dari ketiga perairan tersebut berbeda untuk perairan Mayangan dengan Dringu, Perairan Dringu dengan Gending, perairan Mayangan dengan Gending. Perairan Mayangan memiliki kadar logam berat Pb tertinggi dikarenakan oleh sumber logam berat yang berasal dari tumpahan minyak kapal, pengelupaan cat kapal dan industri di sekitar pelabuhan Mayangan yang jumlahnya cukup banyak.

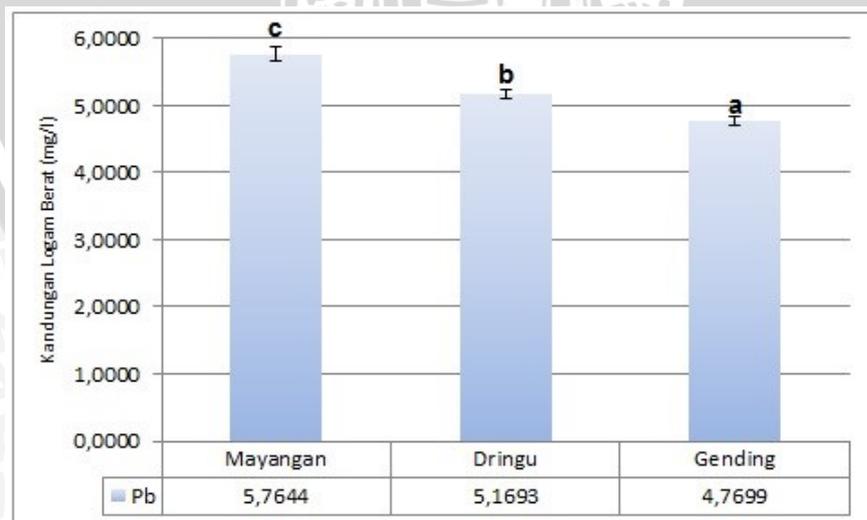
Hasil dari semua perairan pengamatan, diketahui bahwa kadar logam berat Pb pada perairan pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo berkisar antara $0,1402 \pm 0,03090$ – $0,2815 \pm 0,01336$ mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb di perairan pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo sudah tercemar dan mampu mengganggu kehidupan organisme dan juga telah melebihi nilai di bawah ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,01 mg/l.

Menurut Murtini dan Peranginangin (2006), menjelaskan bahwa timbal (Pb) yang masuk ke dalam perairan melalui pengendapan dan jatuhnya debu yang mengandung Pb dari hasil pembakaran bensin, erosi dan limbah industri. Menurut Darmono (1995), logam berat timbal (Pb) berbahaya karena bersifat biomagnifikasi, yaitu dapat terakumulasi dan tinggal dalam jaringan tubuh organisme dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. Fardiaz (1992), menambahkan bahwa daya racun dari logam berat ini

disebabkan terjadi penghambatan proses kerja enzim oleh ion-ion Pb^{2+} . Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin.

4.3.2 Hasil Analisis Logam Berat di Sedimen

Pengambilan sampel logam berat pada Sedimen dilakukan pada 3 perairan penelitian dengan dua kali ulangan, perairan 1 merupakan pantai yang berada dekat area pelabuhan Kecamatan Mayangan. Perairan 2 merupakan pantai yang berada di belakang pabrik gula Kecamatan Dringu. Perairan 3 merupakan pantai yang berada di dekat area mangrove dan pemukiman warga Kecamatan Gending. Berdasarkan hasil analisis logam berat pada sedimen di perairan pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dapat diketahui bahwa sedimen perairan di Pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo mengandung logam berat Pb dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap perairan penelitian. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran kandungan logam berat pada sedimen Pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dapat dilihat pada lampiran 13. Perbandingan logam berat Pb dari ketiga perairan dapat dilihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Grafik rata-rata kandungan logam berat Pb dalam sedimen pada bulan Oktober 2016

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat dan standar deviasi 2 ulangan di perairan Mayangan sebesar $5,7644 \pm 0,10663$; perairan Dringu sebesar $5,1693 \pm 0,06145$; dan perairan Gending sebesar $4,7699 \pm 0,06194$. Notasi a, b, dan c didapatkan dari analisis Tukey HSD. Logam berat Pb pada perairan Mayangan memiliki kadar tertinggi kemudian disusul dengan perairan Dringu dan perairan Gending dengan kadar terendah. Pada gambar 10 diatas menunjukkan bahwa berdasarkan hasil analisis Tukey HSD, menunjukkan bahwa kandungan Pb pada sedimen yang diperoleh dari ketiga perairan tersebut berbeda untuk perairan Mayangan dengan Dringu, Perairan Dringu dengan Gending, perairan Mayangan dengan Gending. Perairan Mayangan memiliki kadar logam berat Pb tertinggi dikarenakan oleh sumber logam berat yang berasal dari tumpahan minyak kapal, pengelupasaan cat kapal dan industri di sekitar pelabuhan Mayangan yang jumlahnya cukup banyak.

Kandungan logam berat Pb pada sedimen pantai Mayangan, Dringu dan Gending Kabupaten Probolinggo berkisar antara $4,7699 \pm 0,06194$ – $5,7644 \pm 0,10663$ mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb di sedimen pantai Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo sudah tercemar dan mampu mengganggu kehidupan organisme dan juga telah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,03 mg/l. Begitu pula jika dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, nilai ambang batas Pb untuk sedimen tidak boleh lebih dari 0,035-0,2 ppm.

Menurut Afiati (2005), kandungan logam berat dalam sedimen tinggi karena dihasilkan dari pengikatan beberapa komponen senyawa, seperti pertikel organik, ZnO_3 , MnO_2 dan *clay*. Logam berat dalam sedimen juga lebih banyak berada dalam bentuk endapan sehingga sulit untuk lepas kembali ke perairan dan sifat akumulatif dengan jangka waktu yang lama karena sifat relatif yang

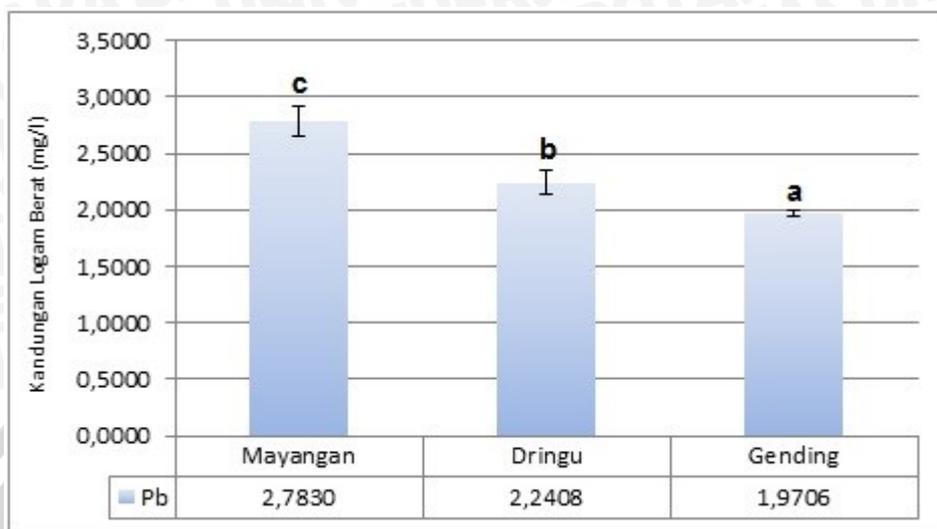
menetap. Menurut Darmono (2001), logam berat Pb, Cd dan Hg merupakan jenis logam berat yang dikenal sebagai *the big three heavy metal* yang memiliki tingkat bahaya tertinggi bagi kesehatan manusia.

4.3.3 Hasil Analisis Logam Berat di Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Pengambilan sampel logam berat dalam Kerang Bulu dilakukan pada 3 perairan penelitian dengan dua kali ulangan, perairan 1 merupakan pantai yang berada dekat area pelabuhan Kecamatan Mayangan. Perairan 2 merupakan pantai yang berada di belakang pabrik gula Kecamatan Dringu. Perairan 3 merupakan pantai yang berada di dekat area mangrove dan pemukiman warga Kecamatan Gending. Berdasarkan hasil analisis logam berat dalam kerang bulu di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dapat diketahui bahwa kerang bulu di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo mengandung logam berat Pb dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap perairan penelitian. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran kandungan logam berat dalam kerang bulu di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dapat dilihat pada lampiran 13.

Menurut Suprpti (2008), ukuran kerang bulu berukuran besar memiliki konsentrasi logam berat lebih tinggi dibanding dengan kerang bulu berukuran kecil. Menurut Palar (2004), logam berat mampu menyebabkan kematian terhadap beberapa jenis biota perairan. Keadaan ini akan terjadi bila konsentrasi kelarutan dan logam berat pada badan perairan tersebut cukup tinggi. Tingkat kelarutan tersebut dapat dikatakan tinggi bila jumlah yang terlarut dalam badan perairan melebihi dari jumlah kelarutan normalnya atau telah melebihi nilai ambang batas. Penumpukan (akumulasi) dari logam berat dalam tubuh biota lama-kelamaan penumpukan yang terjadi pada organ target dari logam berat akan melebihi daya toleransi dari biota. Keadaan itulah yang kemudian menjadi

penyebab dari kematian biota terkait. Perbandingan logam berat Pb dari ketiga perairan dapat dilihat pada Gambar 7 berikut:



Gambar 7. Grafik rata-rata kandungan logam berat Pb dalam kerang bulu pada bulan Oktober 2016

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat dan standar deviasi 2 ulangan di perairan Mayangan sebesar $2,7830 \pm 0,12813$; perairan Dringu sebesar $2,2408 \pm 0,10967$; dan perairan Gending sebesar $1,9706 \pm 0,2001$. Notasi a, b, dan c didapatkan dari analisis Tukey HSD. Logam berat Pb pada perairan Mayangan memiliki kadar tertinggi kemudian disusul dengan perairan Dringu dan perairan Gending dengan kadar terendah. Pada gambar 7 diatas menunjukkan bahwa berdasarkan hasil analisis Tukey HSD, menunjukkan bahwa kandungan Pb pada kerang bulu yang diperoleh dari ketiga perairan tersebut berbeda untuk perairan Mayangan dengan Dringu, Perairan Dringu dengan Gending, perairan Mayangan dengan Gending..

Kandungan logam berat Pb dalam kerang di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo berkisar antara $1,9706 \pm 0,2001$ – $2,7830 \pm 0,12813$ mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb dalam kerang bulu di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo tercemar hingga 556 kali dari nilai ambang batas yang telah

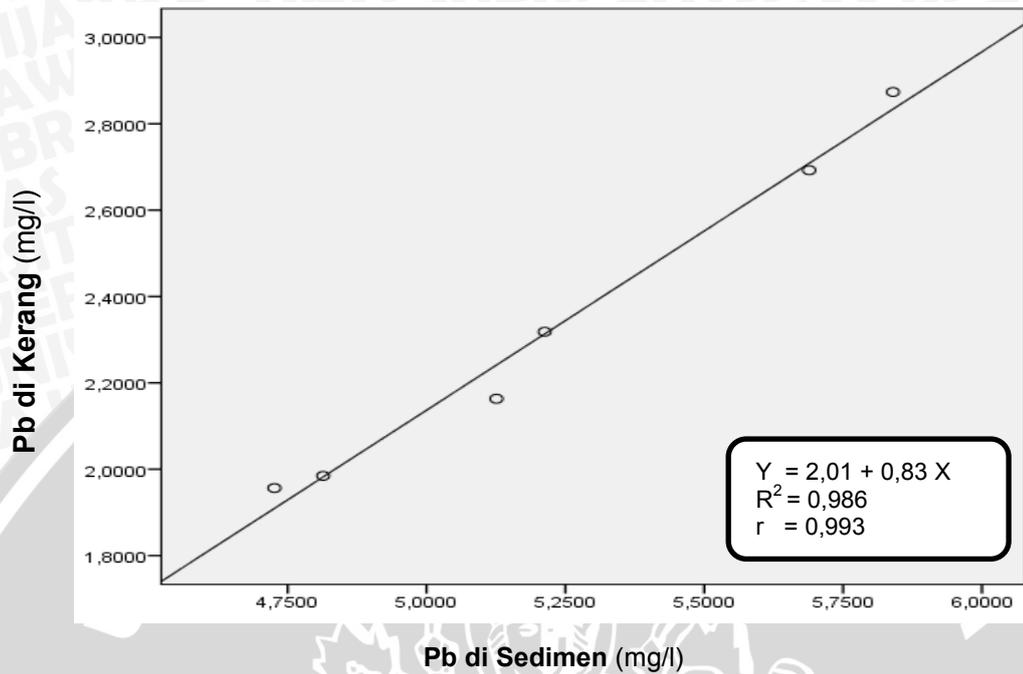
ditetapkan oleh Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, nilai ambang batas Pb pada biota laut tidak boleh lebih dari 0,005 mg/l dan tidak layak dikonsumsi oleh masyarakat.

4.4 Analisis Hubungan Logam Berat Pb Pada Sedimen Dengan Logam Berat Pb Dalam Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

Hasil analisis regresi linier sederhana antara Pb pada sedimen (X) dengan kerang bulu (Y) mempunyai koefisien korelasi (r) sebesar 0,993 lihat pada lampiran 5 yang menandakan hubungan variabel X (sedimen) pada Y (kerang bulu) mempunyai korelasi yang sangat kuat. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,986 yang artinya kontribusi variabel X (sedimen) mempengaruhi variabel Y (kerang Bulu) sebesar 0,986. Kandungan logam berat Pb pada sedimen yang meningkat juga dapat meningkatkan kandungan Pb dalam kerang bulu. Kandungan Pb pada sedimen juga berbahaya jika tidak diperhatikan karena habitat dari kerang bulu di dasar perairan dan secara otomatis kerang bulu mendapatkan makanan dengan cara menyaring makanan yang ada di substrat atau sedimen tersebut.

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan laut akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan juga diakumulasi oleh organisme. Sifat logam berat yang mudah mengikat dan mengendap didasar perairan dan bersatu dengan sedimen, selanjutnya akan berasosiasi dengan sistem rantai makanan, masuk ke tubuh organisme dan pada akhirnya ke tubuh manusia yang mengonsumsinya (Purnawan *et al.*, 2013). Tingginya kandungan logam berat Pb di pantai Probolinggo menunjukkan bahwa Pb yang memiliki sifat tidak terlarut dalam air laut mengalami pengendapan dalam jangka waktu yang lama. Menurut Rudiyantri (2009), logam berat yang tersuspensi dalam sedimen perairan akan lebih lama bertahan sehingga sedimen memiliki kandungan logam berat yang lebih tinggi dibandingkan kandungannya di kolom

air. Grafik hubungan antara logam berat Pb pada sedimen dan logam berat Pb dalam kerang *Bulu tersaji* pada Gambar 8.

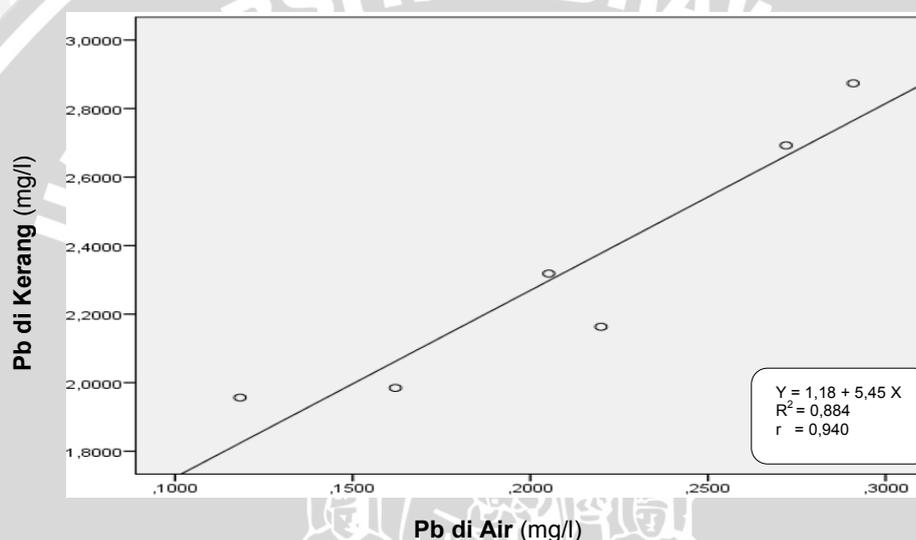


Gambar 8. Grafik Hubungan Logam Berat Pb pada Sedimen dengan Logam Berat Pb dalam Kerang *Bulu (Anadara antiquata)*

4.5 Analisis Hubungan Logam Berat Pb Pada Air Dengan Logam Berat Pb Dalam Kerang *Bulu (Anadara antiquata)*

Hasil analisis regresi linier sederhana antara Pb pada air (X) dengan kerang bulu (Y) mempunyai koefisien korelasi (r) sebesar 0,940 lihat pada lampiran 6 yang menandakan hubungan variabel X (air) pada Y (kerang Bulu) mempunyai korelasi yang sangat kuat. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,884 yang artinya kontribusi variabel X (air) mempengaruhi variabel Y (kerang Bulu) sebesar 0,884. Grafik hubungan antara logam berat Pb pada air dan logam berat Pb dalam kerang bulu tersaji pada Gambar 9. Kandungan logam berat Pb pada air yang meningkat juga dapat meningkatkan kandungan Pb dalam kerang bulu dan juga berbahaya jika tidak diperhatikan karena kerang bulu memiliki sifat *suspensi feeder* yaitu mendapatkan makanan dengan cara menyaring suspensi masuk kedalam tubuhnya melalui mulut yang berupa bulu getar.

Logam berat Pb yang mencemari perairan dapat menimbulkan dampak biologi yang serius terhadap penurunan kualitas air dan kuantitas sumberdaya perikanan karena logam berat Pb akan mengkontaminasi dan terakumulasi pada tubuh biota laut. Sehingga akan mengganggu terhadap kehidupan organisme didalamnya (Simbolon, *et al.* 2010). Pengukuran konsentrasi total Pb yang ada di lingkungan perairan tidak dapat membedakan Pb yang toksik dengan Pb yang tidak toksik, akan tetapi dengan analisis spesiasi dapat dikualifikasi keberadaan Pb dengan tingkat toksisitasnya di lingkungan (Kristianingrum, 2007).



Gambar 9. Grafik Hubungan Logam Berat Pb di Air dan Logam Berat Pb di Kerang Bulu (*Anadara antiquata*)

4.6 Analisis Parameter Kualitas Air

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan parameter kualitas air baik secara fisika maupun kimia yang mendukung kehidupan kerang bulu di habitatnya yaitu suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO) dan Salinitas. Untuk lebih jelasnya data kualitas air pada penelitian ini dilihat pada Tabel 7 berikut ini:

Tabel 7. Data Analisis Kualitas Air

Parameter Kualias Air				
Perairan	Suhu (°C)	pH	Oksigen terlarut (mg/l)	Salinitas (ppt)
Mayangan	31	7,9	8,4	35
Dringu	31	7,9	7,9	32
Gending	29	7,1	7,5	35
Standart Baku Mutu	27 – 31	7 – 8,5	3	29 – 36

(Effendi, 2003)

4.6.1 Suhu

Pengukuran suhu di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dilakukan pada sore hari pukul 15.00 WIB menggunakan thermometer. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai suhu pada masing-masing perairan penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, pada perairan Mayangan nilai suhu adalah 31 °C, perairan Dringu nilai suhu adalah 31 °C, sedangkan pada perairan Gending nilai suhu adalah 29 °C.

Hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai suhu tertinggi didapat pada perairan Mayangan dan perairan Dringu yaitu pada area pelabuhan dan belakang pabrik, sedangkan nilai suhu terendah didapat pada perairan Gending yaitu pada area mangrove. Perbedaan suhu pada masing-masing perairan tersebut tidak terlalu signifikan dan masih tergolong merupakan nilai yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Menurut Harnah dan Nababan (2009), dalam ekologi bivalvia sangat dipengaruhi oleh suhu. Dimana suhu akan mempengaruhi laju metabolisme, seiring dengan peningkatan suhu maka laju metabolisme akan meningkat. Menurut Suryanto dan Utojo (2002), menyatakan bahwa kisaran suhu yang optimum untuk mendukung kelangsungan hidup bivalvia berkisar antara 28 °C - 32 °C.

4.6.2 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dilakukan pada sore hari pukul 15.00 WIB menggunakan pH tester. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai pH pada masing-masing perairan penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada perairan Mayangan nilai pH adalah 7,9, pada perairan Dringu nilai pH adalah 7,9, sedangkan pada perairan Gending nilai pH adalah sebesar 7,1.

Hasil pengukuran pH tertinggi adalah pada perairan Mayangan dan 2 yaitu pada area pelabuhan dan belakang pabrik, sedangkan nilai pH terendah didapat pada perairan Gending yaitu pada area mangrove dan seluruh nilai pengukuran pH masih tergolong nilai yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, selain itu pH rendah juga akan meningkatkan toksisitas logam di perairan (Effendi, 2003). Adanya masukan bahan organik yang tinggi ke perairan akan menurunkan pH yang disebabkan penguraian bahan organik tersebut menghasilkan CO₂ (Sastrawijaya, 1991).

Menurut Sarjono (2009), nilai pH memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat. Pada pH rendah, ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air. Selain hal tersebut, pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkat toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan.

Menurut Hutagalung (1984), menyatakan bahwa kesadahan yang tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat, karena dengan kesadahan yang tinggi logam berat dalam air akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam perairan. Namun sebaliknya, pada pH perairan yang rendah

menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Menurut Hogarth (1999) dalam Hamzah dan Pancawati (2013), penurunan pH dan kenaikan suhu juga akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat kedalam bentuk partikulat. Pada pH tinggi dan suhu yang rendah akan meningkatkan adsorpsi logam berat kedalam bentuk partikulat untuk mengendap di dasar laut. Sementara itu saat suhu naik dan pH perairan rendah, akan terjadi penurunan adsorpsi kedalam bentuk partikulat sehingga senyawa logam berat akan larut dan ion bebas logam berat dilepaskan kedalam kolom air dan akan meningkatkan toksisitas logam berat.

4.6.3 Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran DO di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dilakukan pada sore hari pukul 15.00 WIB menggunakan DO meter. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai DO pada masing-masing perairan penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada perairan Mayangan nilai DO adalah 8,4 mg/l, pada perairan Dringu nilai DO adalah 7,9 mg/l, sedangkan pada perairan Gending nilai DO adalah 7,5 mg/l.

Nilai DO tertinggi dari hasil tersebut pada perairan Mayangan yaitu pada area pelabuhan, sedangkan nilai DO terendah didapat pada Perairan Gending yaitu pada area mangrove. Perbedaan DO pada masing-masing perairan tersebut tidak terlalu signifikan dan masih tergolong merupakan nilai yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 5 mg/l dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme (Wirosarjono, 1974 dalam Salmin 2005). Hal tersebut juga diungkapkan oleh Kordi dan Andi (2007), bahwa konsentrasi DO minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air untuk hidup dengan baik adalah 5 mg/l.

Selain berpengaruh terhadap biota perairan, oksigen terlarut juga berpengaruh terhadap toksisitas suatu logam berat di perairan. Menurut Effendi (2003), dengan meningkatnya kadar oksigen terlarut dan kesadahan akan mengurangi toksisitas timbal (Pb) terhadap organisme akuatik. Menurut Wahyuni dan Widiyanti (2004), menambahkan bahwa pengaruh oksigen terlarut terhadap logam berat yaitu berbanding terbalik dimana semakin rendah kadar oksigen terlarut, semakin tinggi toksisitas logam berat, begitu juga sebaliknya.

4.6.4 Salinitas

Pengukuran salinitas di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo dilakukan pada sore hari pukul 15.00 WIB menggunakan Refraktometer. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai salinitas pada masing-masing perairan penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada perairan Mayangan nilai salinitas adalah 35 ppt, pada perairan Dringu nilai salinitas berkisar adalah 32 ppt, sedangkan pada perairan Gending nilai salinitas berkisar antara adalah 35 ppt. Kondisi ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Nybakken (1988) bahwa kondisi perairan daerah estuari dipengaruhi oleh pengaruh daratan dan lautan. Dimana nilai salinitas tinggi terjadi saat pengaruh lautan lebih dominan dibandingkan pengaruh dari daratan, yaitu ketika terjadi pasang. Sedangkan nilai salinitas rendah disebabkan oleh pengaruh daratan, yaitu ketika air tawar masuk ke perairan melalui aliran sungai.

Nilai salinitas dari hasil tersebut dapat diketahui tertinggi didapat pada perairan Mayangan dan 3 yaitu pada area pelabuhan dan mangrove, sedangkan nilai salinitas terendah didapat pada perairan Dringu yaitu pada area belakang pabrik. Perbedaan salinitas pada masing-masing perairan tersebut tidak terlalu signifikan dan masih tergolong merupakan nilai yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Salinitas adalah kadar garam terlarut dalam air. Satuan

salinitas adalah per mil yaitu jumlah berat total (gr) meterial padat NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air laut (Nyabakken, 1992).

Kadar garam pada aliran air yang stabil dapat mempengaruhi kandungan logam pada makhluk hidup perairan melalui dua cara. Pertama, beberapa logam dibawa ke daerah dengan kadar garam rendah karena kemampuan yang lebih besar dari air tawar untuk menjaga kondisi logam baik dalam bentuk cairan maupun suspensi. Kedua, kadar garam yang berbeda dapat menyebabkan kecepatan logam berat yang disebabkan oleh keterkaitan dari ion aliran sepanjang permukaan tubuh makhluk hidup atau oleh perbuatan fisiologi di dalam makhluk hidup (Ersa, 2008).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis logam berat Pb di perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo menunjukkan logam berat Pb tertinggi yaitu di sedimen sebesar $5,2345 \pm 0,45184$ mg/l disusul pada kerang bulu sebesar $2,3314 \pm 0,37778$ mg/l dan pada air sebesar $0,2114 \pm 0,06513$ mg/l.
2. Hubungan logam berat Pb pada perairan dan sedimen dengan logam berat yang ada dalam kerang bulu mempunyai hubungan yang sangat kuat karena nilai koefisien korelasi pada perairan sebesar 0,940 dan pada sedimen 0,993.

5.2 Saran

Kandungan logam berat Pb pada perairan pantai Kecamatan Mayangan, Dringu dan Gending Probolinggo baik di sedimen dan di kerang bulu didapatkan hasil yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi kerang bulu tersebut oleh karena itu disarankan kepada masyarakat agar memberi perlakuan terlebih dahulu untuk menurunkan kadar logam berat Pb pada kerang sebelum dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aedi, Nur. 2010. Pengolahan dan Analisis Data Hasil Penelitian. Bahan Belajar Mandiri Metode Penelitian Pendidikan. Fakultas Ilmu Pendidikan. Universitas Pendidikan Indonesia. Jakarta.
- Afiati, Nur. 2005. The Ecology of Two Blood Clams Species *Anadara granosa* (L.) and *Anadara antiquata* (L.) in Central Java, Indonesia. Unpublished PhD Thesis, University of Wales Bangor. United Kingdom.
- Anonim. 2015. Sains-me-Anatomi Kerang Bulu. Biologi Indonesia.
- Apriadi, D. 2005. Kandungan logam berat Hg, Pb, dan Cr pada air, sedimen, dan kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Muara Kamal Jakarta. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK IPB. Bogor.
- Arisandi. 2002. Analisis kandungan logam berat Cd dan Pb dan struktur histologi insang pada kerang darah (*Anadara granosa*) di pantai bangil kabupaten Pasuruan. Tesis Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Barnes, R.D. 1968. Invertebrate Zoology. W.B Saunders Company, London. 76 pp.
- Bengen, D. G. 2009. Pentingnya Sumberdaya Moluska Dalam Mendukung Ketahanan Pangan dan Penghela Ekonomi Perikanan. Makalah Seminar Nasional Moluska ke-2 Bogor, 11–12 Februari 2009. 18 hlm.
- Broom, M. J. 1982. Analysis of the Growth of *Anadara granosa* (Bivalvia: Arcidae) in Natural, Artificially Seeded and Experimental Populations. Marine Ecology – Progress Series (9): 69-79, 1982.
- Bryan GW. 1976. Heavy metal contamination in the sea. Cambridge University Press, Cambridge.
- Connell, D.W. dan Miller, G.J. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan Y. Koestoer. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Cotton dan Wilkinson. 1989. Kimia Anorganik Dasar. Cetakan Pertama. Jakarta: UI-Press
- Dance, S.P. 1977. The Encyclopedia of Shells. Blanford Press. London. 288p.
- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup Dan Pencemaran. Jakarta: UI Press.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius: Yogyakarta.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Yogyakarta: Kanisius.
- Hamzah, F. dan Y. Pancawati. 2013. Fitoremediasi Logam Berat dengan Menggunakan Mangrove. Ilmu Kelautan. 18 (4): pp 203–212.

- Harnah, M.S., dan Nababan, B. 2009. Studi Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Anakan Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) pada Kedalaman Berbeda di Teluk Kapontori, Pulau Bulon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 1 (2): pp 22-32.
- Hartono, H. 2014. Pengaruh Kepuasan Konsumen Terhadap Komitmen Merek. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Hutagalung, H.P. 1984 Logam Berat dalam lingkungan laut. *Oseana*. 9 (1): 1-20
- Hutagalung, H P., D Setia Permana., dan S H Riyono. 1997. *Metode Analisa Laut, Sedimen dan Biota*. P3O-LIPI. Jakarta.
- Inswiasri., Lubis, A., Tugaswaty, A.T., 1995. Kandungan Logam Berat Kadmium dalam Biota Laut Jenis Kerang-Kerangan dari teluk Jakarta. *Majalah Cermin Dunia Kedokteran* no 103.
- Kordi, K M.G.H dan Andi B. T. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. PT. Rhineka Cipta: Jakarta.
- Kristianingrum, S 2007. Modifikasi metode analisis spesiasi merkuri dalam lingkungan perairan, *Juridik kimia FMIPA UNY*.
- Manahan, S.E. 1977. *Environmental Chemistry*. Second Ed. Boston: Williard Press.
- Murtini, J. T. dan R. Peranginangin. 2006. Kandungan Logam Berat dalam Kerang Kepah (*Meritrix meritrix*) dan Air Laut di Perairan Banjarmasin. *Jurnal Perikanan*. 8 (2): pp 177 – 184.
- Muslimah, Hasyatul. 2013. Akumulasi Logam Berat Pb, Cd, dan Hg pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan. *Fakultas Sains Dan Teknologi: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*. Skripsi
- Nurchayatun, Titik. 2007. Pengaruh Pemberian Mekuri Klorida Terhadap Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Mas. Tugas Akhir. Tidak Diterbitkan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nurdin, Jabang. 2008. Kepadatan Dan Keanekaragaman Kerang Intertidal (Mollusca: Bivalve) di Perairan Pantai Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Universitas Lampung*.
- Nurfakih, A., C. A. Suryono, dan Sunaryo. 2013. Studi Kandungan Bahan Organik Sedimen Terhadap Kelimpahan Bivalvia Di Perairan Semarang Bagian Timur. *FPIK UNDIP:Semarang. Journal Of Marine Research II* (3):173-180
- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis* Diterjemahkan Oleh M. Eidman, Koesbiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo. Gramedia, Jakarta. 402 hal.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut suatu pendekatan ekologis*. Jakarta: PT Gramedia.

- Oemarjati, B. S dan Wardhana. 1990. Taksonomi Avertebrata. UI-Press. Jakarta.
- Otchere, F. A. 2003. Heavy Metals Concentration and Burden in The Bivalves (*Anadara senilia*) *senilis*, *Crassostrea tulipa* and *Perna perna*) from Lagoons in Ghana : Modelto Describe of Accumulation/ Excretion. African Journal of Biotechnology. 2 (9): pp 280-287.
- Palar, Heryando. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pathansali dan M.K. Soong. 1958. Some Aspeck of Cockle (*Anadara granosa*) Culture in Malaya. Proc. Indo Pacific Fish. Coun. 8 (2): 20–23.
- Poutiers, J. M. 1998. Bivalves. Acephala, Lamellibranchia, Pelecypoda. p. 123–362.
- Putri, Restu Amanda., Tjipto Haryono., Sunu Kuntjoro. 2012. Keanekaragaman bivalvia dan peranannya sebagai bioindikator logam berat kromium (Cr) di Perairan Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. Jurnal Lantera Bio 2 (1): 87-89.
- Rachim, R., A. Noor, M. Litaay dan S. Liong. 2001. Kandungan Logam Berat Dalam Jaringan Lunak Kerang Darah *Anadara granosa* Dan Kerang Bulu *Anadara inflata*. FPIK: UNHAS. Torani (11):47-52
- Rachmansyah dan Taufik. 1997. Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota. Buku 2. P3O-LIPI, Jakarta. 174 hlm.
- Rasyidi. 2015. Profil Kecamatan Gending. Kabupaten Probolinggo : Probolinggo.
- Rohilan, I. 1992. Keadaan sifat fisika dan kimia perairan di Pantai Zona Industri Krakatau Steel Cilegon. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rudiyanti, S. 2009. Bioakumulasi kerang Darah terhadap logam berat Cd yang terkandung dalam media.
- Saeni, M S. 1989. Kimia Lingkungan. Bogor. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati. IPB.
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu pada berbagai ukuran partikel sedimen di pelabuhan Benoa. Jurnal Kimia. 3 (2): 75-80.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (Bod) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. Oseana. 30 (3): pp 21 – 26. ISSN 0216-1877
- Sarjono, Aryo. 2009. Analisis kandungan logam berat Cd, Pb, dan Hg pada air dan sedimen di perairan Muara Kamal Jakarta Utara. FPIK: Institut Pertanian Bogor. Skripsi
- Sastrawijaya, A. T. 1991. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Rineka Cipta.

- Setyono. 2006. Karakteristik Biologi Dan Produk Kekeuran Laut. Oseana, Volume XXXI, Nomor 1, ISSN 0216-1877.
- Simbolon, D. S. M Simange dan S. Y. Wulandari. 2010. Kandungan merkuri dan sianida pada ikan yang tertangkap dari teluk Kao, Halmahera Utara. Ilmu Kelautan September 2010. Vol. 15 (3) 126-134 ISSN 0853-7291
- Suaniti, Ni Made. 2007. Pengaruh EDTA dalam penentuan kandungan timbal dan tembaga pada kerang hijau (*Mytilus viridis*). *Ecotropic*. 2 (1): 1-7.
- Sugiarto, K. H. dan Retno D. Suyanti. 2010. Kimia Anorganik Logam. Edisi Pertama. Yogyakarta. Graha Ilmu. Hal: 201-202.
- Sujianto, A. E. 2009. Aplikasi Statistik dengan SPSS 16.0. PT. Prestasi Pustaka Karya. Jakarta
- Suprpti. 2008. Analisis kandungan logam berat Cd dan Hg dan struktur histologi insang dalam kerang darah (*Anadara granossa*) di pantai bangil kabupaten Pasuruan. Tesis Universitas Islam Negri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Suprijanto et al., 1997 Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya di Wilayah Pesisir Tropis. PT gamedia Pustaka Utama, Jakarta. 246 hlm.
- Suryanto dan Utojo. 2002. Pertumbuhan Tiram pada Penyebaran yang Berbeda-beda. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*.
- Suryono, Chrisna Adhi. 2006. Kecepatan filtrasi kerang hijau *Perna viridis* terhadap *Skletonema* sp pada media tercemar logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu). *Jurnal Ilmu Kelautan II* (3): 153-157.
- Susanty, Serli Chelya. 2014. Kandungan Logam Berat (Pb, Cd, Dan Hg) Pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Di Perairan Kronjo Dan Cituis, Kabupaten Tangerang. Skripsi. IPB: Bogor
- Suseno, H. 2011. Bioakumulasi merkuri dan metil merkuri oleh *oreochromis mossambicus* menggunakan aplikasi perunut radioaktif : pengaruh konsentrasi, salinitas partikular, ukuran ikan dan kontribusi jalur pakan. Disertasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.
- Usman, Surahmi. 2013. Distribusi kuantitatif logam berat Pb dalam air, sedimen, dan ikan merah (*Lutjanus erythropetrus*) di sekitar perairan pelabuhan parepare. FMIPA Universitas Hasanuddin: Makasar. Skripsi
- Wahyuni, M. dan Widiyanti, S. 2004. Reduksi Kadar Merkuri dalam Kerang Hijau (*Mytilus viridis*) di Teluk Jakarta Melalui Metode Asam serta Pemanfaatannya dalam Metode Kerupuk. *Prosiding Seminar Nasional dan Temu Usaha*. Universitas Sahid. Jakarta
- Waldichuck. 1974. Some Biological Concern in Metals Pollutions. In F.J. Vernberg dan W.B. Vernberg (ed.). Academic Press Inc. London. 74 hlm.

Walpole, R. E. 1995. Pengantar Statistika. Edisi Ke-3. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta

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

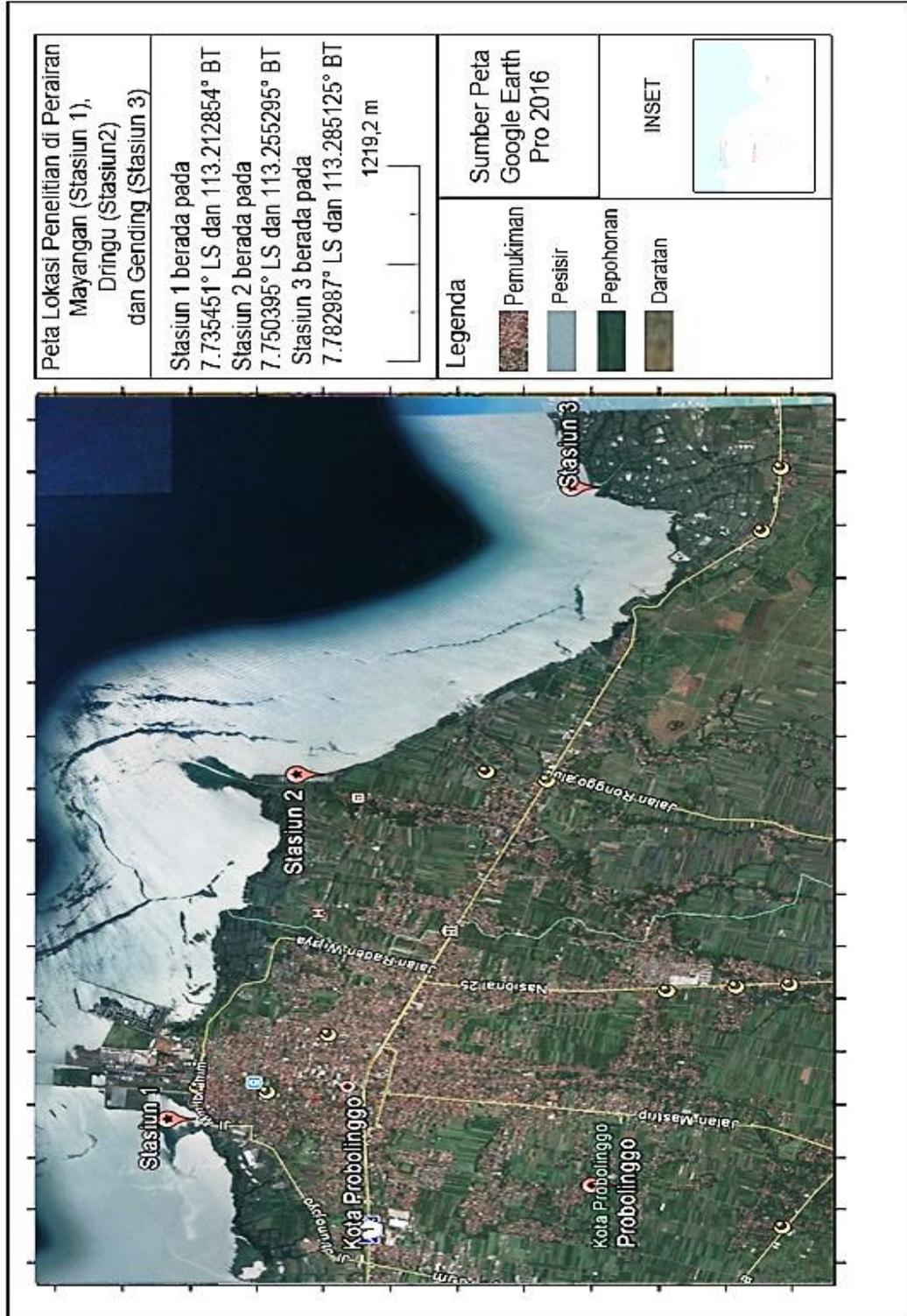
Yulianto, B., D. Suwarno., K. Amri., S. Oetari., A. Ridho. dan B. Widianarko. 2006. Penelitian Tingkat Pencemaran Logam Berat Di Pantai Utara Jawa Tengah. Badan penelitian dan Pengembangan Jawa Tengah, 138 hlm.

Yusefi, Vitriyone. 2011. Karakteristik Asam Lemak Kerang Bulu (*Anadara antiquata*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

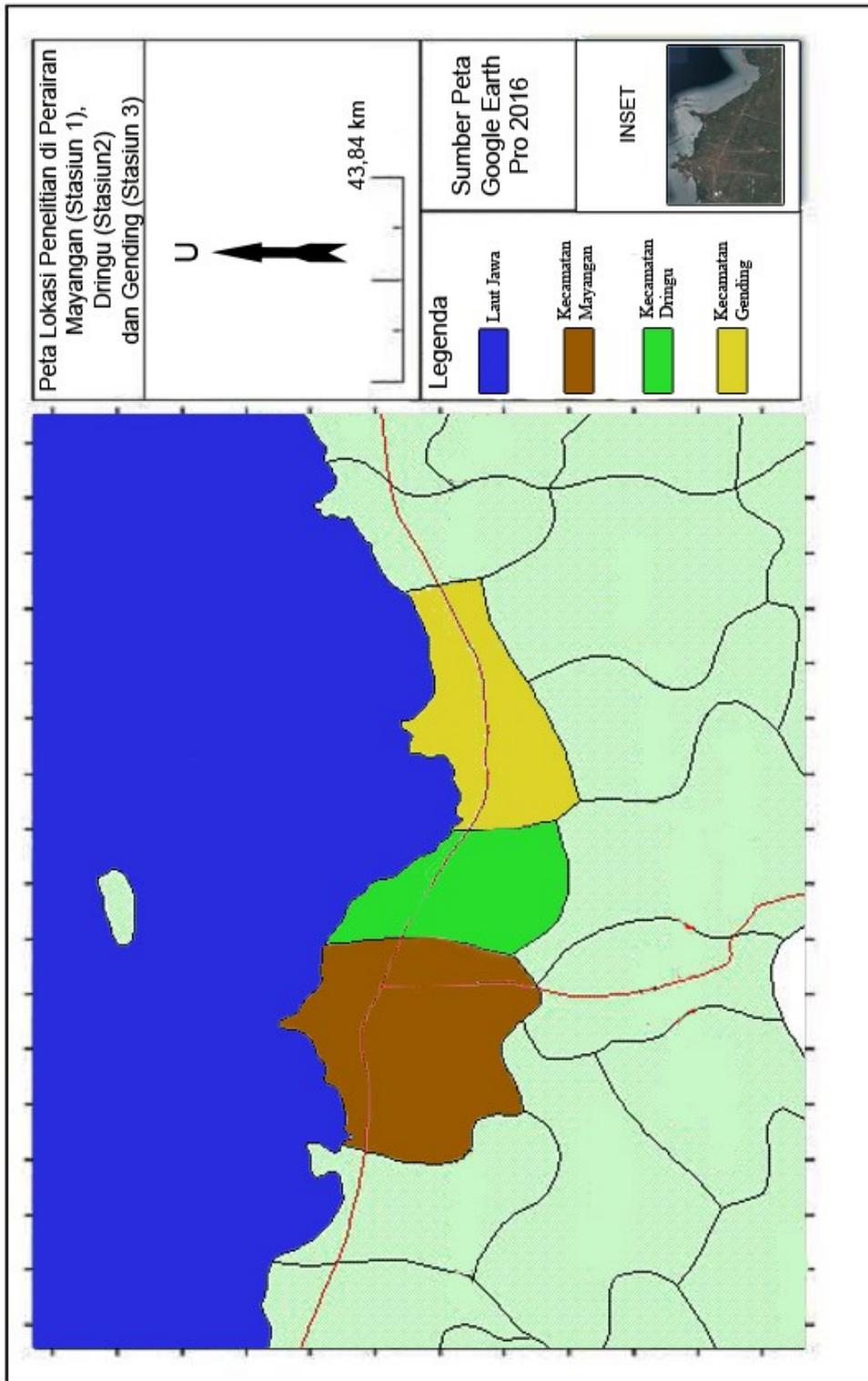


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Lampiran 2. Peta Kecamatan Mayangan, Kecamatan Dringu dan Kecamatan Gending Probolinggo Jawa Timur



Lampiran 3. Alat dan Bahan

PROSEDUR	ALAT	BAHAN
Pengukuran Kualitas Air - Suhu - Oksigen Terlarut - pH - Salinitas - Logam Berat	<ul style="list-style-type: none"> • Thermometer Hg • DO meter • pH tester • Refraktometer • Lampu Elektroda Pb • Timbangan Sartorius • Oven • Hot Plate • Beaker Glass • Labu Ukur • AAS 	<ul style="list-style-type: none"> • Air sampel • Air sampel • Air sampel • Air sampel • Kerang Darah (HNO₃:HCl) 1:1 sebanyak ± 10-15 ml • Kertas saring • Aquades • Larutan standart

repository.ub.ac.id

Lampiran 4. Cara Penentuan Ukuran Transek Garis



A. Mengukur tali sepanjang 10m



B. Mengukur tali sepanjang dan ditarik ke arah pantai 10 m dan ditarik ke arah kanan



C. Mengukur tali sepanjang 10 m ditarik ke arah kiri hingga membentuk persegi



D. Mengukur tali kiri dan di tarik ke arah darat sepanjang 10 m

Lampiran 5. Hasil Analisis Data

Uji Normalitas Data pada Air

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pb_Air	,157	6	,200*	,966	6	,865

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Normalitas Data pada Sedimen

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pb_Sedimen	,186	6	,200*	,921	6	,510

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Normalitas Data pada Kerang

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pb_Kerang	,181	6	,200*	,902	6	,383

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 6. Uji Anova dan Tukey pada Air

ANOVA

Pb_Air	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,020	2	,010	24,128	,014
Within Groups	,001	3	,000		
Total	,021	5			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pb_Air

Tukey HSD

(I) Perairan	(J) Perairan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Mayangan	Dringu	,06890	,02034	,085	-,0161	,1539
	Gending	,14130*	,02034	,012	,0563	,2263
Dringu	Mayangan	-,06890	,02034	,085	-,1539	,0161
	Gending	,07240	,02034	,075	-,0126	,1574
Gending	Mayangan	-,14130*	,02034	,012	-,2263	-,0563
	Dringu	-,07240	,02034	,075	-,1574	,0126

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Pb_Air

	Perairan	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Tukey HSD ^a	Gending	2	,1402	
	Dringu	2	,2126	,2126
	Mayangan	2		,2815
	Sig.		,075	,085
Tukey B ^a	Gending	2	,1402	
	Dringu	2	,2126	,2126
	Mayangan	2		,2815

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

Lampiran 7. Uji Anova dan Tukey pada Sedimen

ANOVA

Pb_Sedimen	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,002	2	,501	79,161	,003
Within Groups	,019	3	,006		
Total	1,021	5			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pb_Sedimen

Tukey HSD

(I) Perairan	(J) Perairan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Mayangan	Dringu	,59515 [*]	,07955	,010	,2627	,9276
	Gending	,99450 [*]	,07955	,002	,6621	1,3269
Dringu	Mayangan	-,59515 [*]	,07955	,010	-,9276	-,2627
	Gending	,39935 [*]	,07955	,031	,0669	,7318
Gending	Mayangan	-,99450 [*]	,07955	,002	-1,3269	-,6621
	Dringu	-,39935 [*]	,07955	,031	-,7318	-,0669

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Pb_Sedimen

		N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	Gending	2	4,7699		
	Dringu	2		5,1693	
	Mayangan	2			5,7644
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Tukey B ^a	Gending	2	4,7699		
	Dringu	2		5,1693	
	Mayangan	2			5,7644

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

Lampiran 8. Uji Anova dan Tukey pada Kerang Bulu

ANOVA

Pb_Kerang	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,685	2	,342	35,608	,008
Within Groups	,029	3	,010		
Total	,714	5			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pb_Kerang

Tukey HSD

(I) Perairan	(J) Perairan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Mayangan	Dringu	,54225*	,09806	,024	,1325	,9520
	Gending	,81245*	,09806	,008	,4027	1,2222
Dringu	Mayangan	-,54225*	,09806	,024	-,9520	-,1325
	Gending	,27020	,09806	,136	-,1396	,6800
Gending	Mayangan	-,81245*	,09806	,008	-1,2222	-,4027
	Dringu	-,27020	,09806	,136	-,6800	,1396

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Pb_Kerang

		N	Subset for alpha = 0.05	
Perairan			1	2
Tukey HSD ^a	Gending	2	1,9706	
	Dringu	2	2,2408	
	Mayangan	2		2,7830
	Sig.		,136	1,000
Tukey B ^a	Gending	2	1,9706	
	Dringu	2	2,2408	
	Mayangan	2		2,7830

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

Lampiran 9. Hubungan Logam Berat Pb Sedimen dengan Pb Kerang Bulu

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Sedimen ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Kerang

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,993 ^a	,986	,982	,0504140

a. Predictors: (Constant), Sedimen

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,703	1	,703	276,767	,000 ^b
	Residual	,010	4	,003		
	Total	,714	5			

a. Dependent Variable: Kerang

b. Predictors: (Constant), Sedimen

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2,014	,262		-7,686	,002
	Sedimen	,830	,050	,993	16,636	,000

a. Dependent Variable: Kerang



Lampiran 10. Hubungan Logam Berat Pb Air dengan Pb Kerang Bulu

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Air ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Kerang

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,940 ^a	,884	,855	,1438643

a. Predictors: (Constant), Air

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,631	1	,631	30,478	,005 ^b
	Residual	,083	4	,021		
	Total	,714	5			

a. Dependent Variable: Kerang

b. Predictors: (Constant), Air

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,179	,217		5,434	,006
	Air	5,453	,988	,940	5,521	,005

a. Dependent Variable: Kerang

Lampiran 11. Ukuran Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) (Cm) pada tanggal 17 Oktober 2016

ULANGAN 1

NO	Perairan Mayangan			Perairan Dringu			Perairan Gending		
	P	L	T	P	L	T	P	L	T
1	3,14	2,43	2,22	3,2	2,46	1,88	3,09	2,24	1,81
2	1,75	1,35	1,09	2,97	2,37	1,87	3,17	2,19	2,08
3	2,52	1,31	1,63	3,21	2,45	2,04	3,4	2,06	2,15
4	2,77	2,2	1,59	3,5	2,45	1,84	3,44	2,9	2,07
5	2,67	2,27	1,47	3,33	2,27	1,86	3,29	2,9	2,17
6	2,69	2,37	1,37	3,47	2,97	1,87	3,18	3,01	2,55
7	2,49	2,27	1,88	3,57	3	1,89	3,33	2,99	2,38
8	2,64	2,29	1,87	3,51	3,01	1,79	3,18	2,9	2,18
9	2,62	2,3	1,47	3,47	2,97	1,87	3,33	2,78	2,18
10	2,49	2,27	1,49	3,13	2,67	1,86	3,18	3,14	1,94
11	2,68	2,26	1,52	2,96	2,46	1,83	3,23	2,79	1,9
12	2,68	2,16	1,86	2,93	2,4	1,84	3,18	2,88	2,01
13	2,59	2,37	1,84	3,09	2,51	1,89	3,16	2,68	2,01
14	2,47	2,29	1,47	3,17	3,01	1,88	3,11	2,62	2,1
15	2,66	2,26	1,42	3,32	2,83	1,87	3,33	2,79	2,07
16	2,57	2,26	1,4	3,37	2,84	1,86	2,55	2,18	1,72
17	2,48	2,39	1,87	3,52	2,94	1,85	2,97	3,32	1,79
18	2,69	2,47	1,67	3,61	2,91	1,84	3,4	3,3	1,92
19	2,69	2,37	1,64	3,6	2,93	1,87	2,69	3,25	2,17
20	2,66	2,5	1,33	3,48	2,74	1,89	3,79	3,14	2,2
21	2,64	2,47	1,35	3,27	2,73	1,89	3,28	3,06	1,99
22	2,67	2,46	1,37	3,21	2,47	1,8	3,05	2,4	2,01
23	2,69	2,47	1,4	3,07	2,4	1,81	3,7	2,67	2,33
24	2,68	2,57	1,39	3,09	2,66	1,82	2,81	2,79	2,35
25	2,67	1,78	1,3	3,04	2,67	1,88	3,48	2,91	2,09
26	2,37	1,79	1,57	3,07	2,79	1,83	3,57	3,18	2,07
27	2,69	2,57	1,56	2,97	2,49	1,84	3,51	3,4	1,82
28	2,47	2,44	1,57	2,86	2,47	1,9	3,52	3,38	1,84
29	2,37	2,27	1,86	2,87	2,66	1,89	3,09	2,75	1,73
30	2,39	2,29	1,84	2,9	2,67	1,89	3,06	2,7	1,8
Rata-rata	2,59	2,25	1,57	3,22	2,67	1,86	3,24	2,84	2,04
STDEV	0,215	0,307	0,240	0,239	0,228	0,044	0,271	0,361	0,202

Lampiran 12. Ukuran Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) (Cm) pada tanggal 25 Oktober 2016

ULANGAN 2

NO	Perairan Mayangan			Perairan Dringu			Perairan Gending		
	P	L	T	P	L	T	P	L	T
1	2,1	1,87	1,61	3,1	2,17	1,9	3,6	2,72	2,49
2	2,39	1,83	1,37	3,07	2,16	1,92	3,5	2,85	2,46
3	2,71	2	1,64	3,03	2,16	1,91	3,68	2,89	2,51
4	2,92	2,13	1,75	3,07	2,56	1,77	2,97	2,64	1,67
5	2,89	2,68	1,7	3,12	2,47	1,76	2,96	2,43	1,72
6	2,29	2,59	1,69	3,11	2,54	1,74	2,98	2,47	1,69
7	2,37	2,09	1,42	3,1	2,47	1,7	3,09	2,5	1,68
8	2,93	2,6	1,47	3,06	2,46	1,72	3,17	2,57	1,99
9	2,86	2,67	1,59	2,87	2,27	1,77	2,75	2,37	2,02
10	2,87	2,64	1,47	2,92	2,3	1,79	2,82	2,4	2,15
11	2,92	2,53	1,48	3,07	2,29	1,8	3,15	2,73	1,69
12	2,9	2,52	1,42	2,93	2,4	1,69	3,04	2,49	1,68
13	2,88	2,54	1,4	2,96	2,44	1,74	2,75	2,67	1,96
14	2,89	2,55	1,59	2,75	2,54	1,76	2,7	2,57	1,94
15	2,87	2,56	1,62	2,72	2,56	1,72	3,07	2,37	1,75
16	2,86	2,07	1,73	2,79	2,4	1,77	3,09	2,43	1,69
17	2,84	2,66	1,74	2,92	2,42	1,79	2,75	2,63	1,89
18	2,79	2,64	1,59	2,95	2,37	1,7	2,97	2,47	1,94
19	2,87	2,63	1,45	3,02	2,32	1,75	2,95	2,57	1,97
20	2,86	2,4	1,49	3,04	2,33	1,75	2,73	2,37	2,07
21	2,57	2,39	1,5	2,97	2,35	1,76	3,06	2,74	2,22
22	2,66	2,3	1,39	2,99	2,4	1,77	3,07	2,58	2,16
23	2,67	2,26	1,57	2,72	2,47	1,78	3,15	2,62	2,09
24	2,69	2,2	1,69	2,77	2,66	1,78	2,96	2,45	2,03
25	2,7	2,16	1,6	3,12	2,27	1,7	2,94	2,47	2,12
26	2,69	2,63	1,59	3,17	2,29	1,75	3,07	2,57	2,19
27	2,79	2,65	1,53	3,02	2,44	1,74	3,12	2,72	2,17
28	2,94	2,6	1,47	2,92	2,45	1,77	3,04	2,27	2
29	2,85	2,47	1,59	3,02	2,39	1,75	3,07	2,57	2,11
30	2,89	2,45	1,62	3,04	2,37	1,74	3,06	2,53	2,17
Rata-rata	2,75	2,41	1,56	2,98	2,39	1,77	3,04	2,56	2,01
STDEV	0,211	0,255	0,111	0,126	0,122	0,056	0,231	0,147	0,243

Keterangan :

- P = Panjang
- L = Lebar
- T = Tinggi
- STDEV = Standar Deviasi

Lampiran 13. Hasil analisis logam berat (mg/l)

	KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM LABORATORIUM KIMIA Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341-562180 Laman: www.um.ac.id		FPO 5.10-1	
	FORMULIR JUDUL LAPORAN HASIL PENGUJIAN		Tgl. Terbit / Revisi : 26 Oktober 2016 Halaman : 1-1 File : Gandha Ade Alukman	
Nomor	: 055/UN.32.3.7.3/LT/2016			
Nama Pemilik	: Gandha Ade Alukman			
NIM	: 125080101111018			
Alamat pemilik	: Jl. Veteran Malang - 65145			
Jenis contoh	: Cair dan padat			
Tanggal terima sampel	: 11 Oktober 2016			
Tanggal uji sampel	: 26 Oktober 2016			
Metode uji	: AAS			
Kondisi khusus dari contoh	: tidak ada			
Hasil pengujian	: Kadar Timbal (Pb)			
No	Kode Sampel	Massa Sampel Yang Ditimbang	Konsentrasi (ppm) Pb	Keterangan
1	Air ST1 U1	-	0,2909	<ul style="list-style-type: none"> • X gram semua sampel sedimen dan kerang yang ditimbang dilarutkan dalam HNO₃ 2 M hingga 50 mL. • Print screen analisis kadar Pb, terlampir.
2	Air ST1 U2	-	0,2720	
3	Air ST2 U1	-	0,2052	
4	Air ST2 U2	-	0,2199	
5	Air ST3 U1	-	0,1620	
6	Air ST3 U2	-	0,1183	
7	Sedimen ST1 U1	0,5029	5,8398	
8	Sedimen ST1 U2	0,5028	5,6898	
9	Sedimen ST2 U1	0,5021	5,2127	
10	Sedimen ST2 U2	0,5032	5,1258	
11	Sedimen ST3 U1	0,5038	4,8137	
12	Sedimen ST3 U2	0,5030	4,7261	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
LABORATORIUM KIMIA

Jalan Semarang 5, Malang 65145
 Telepon: 0341- 562180
 Laman: www.um.ac.id

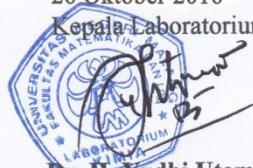
**FPO
 5.10-1**

FORMULIR	Tgl. Terbit / Revisi : 26 Oktober 2016
JUDUL	Halaman : 1-1
LAPORAN HASIL PENGUJIAN	File : Gandha Ade Alukman

1	2	3	4	5
13	Ker ST1 U1	0,5021	2,8736	
14	Ker ST1 U2	0,5018	2,6924	
15	Ker ST2 U1	0,5016	2,3183	
16	Ker ST2 U2	0,5029	2,1632	
17	Ker ST3 U1	0,5024	1,9847	
18	Ker ST3 U2	0,5013	1,9564	

26 Oktober 2016

Kepala Laboratorium Kimia,



Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si
 NIP 196705011996031002

