

**KAJIAN LOGAM BERAT Cd PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI
PERAIRAN PESISIR KANDANG SEMANGKON KECAMATAN PACIRAN
KABUPATEN LAMONGAN JAWA TIMUR**

LAPORAN SKRIPSI

PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN

OLEH :

FEBRINA ENNI NOVA SIDABUTAR

NIM 125080101111075



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

**KAJIAN LOGAM BERAT Cd PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI
PERAIRAN PESISIR KANDANG SEMANGKON KECAMATAN PACIRAN
KABUPATEN LAMONGAN 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 :

**FEBRINA ENNI NOVA SIDABUTAR
NIM 125080101111075**

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing I**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing II**

**Ir. Kusriani, MP
NIP. 19560417 198403 2 001**

**Prof. DR. Ir. Endang Yuli H., MS
NIP.19570704 198403 2 001**

Tanggal :

Tanggal :

SKRIPSI

KAJIAN LOGAM BERAT Cd PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI
PERAIRAN PESISIR KANDANG SEMANGKON KECAMATAN PACIRAN
KABUPATEN LAMONGAN JAWA TIMUR

Oleh:

FEBRINA ENNI NOVA SIDABUTAR

NIM 125080101111075

Telah dipertahankan di depan penguji

Pada tanggal

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SK Dekan No.:

Tanggal:

Dosen Penguji I

Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS

NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal:

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal:

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Kusriani, MP

NIP. 19560417 198403 2 001

Dosen Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS

NIP. 19570704 198403 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP

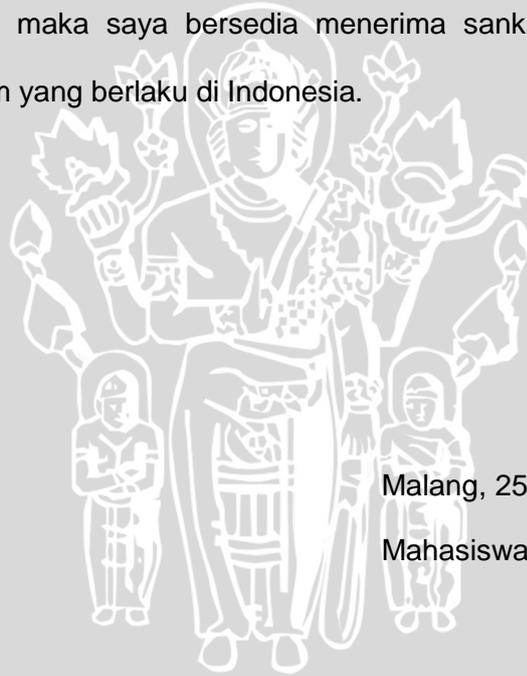
Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS

NIP. 19620805 198603 2 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul “**Kajian Logam Berat Cd Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Di Perairan Pesisir Kandang Semangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan 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, 25 Juni 2016

Mahasiswa

Febrina E.N Sidabutar

NIM. 125080101111075

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. Tuhan Yesus Kristus yang memberikan berkat melimpah serta menguatkan saya dan memberi kelancaran serta kesabaran dalam setiap tahap pengerjaan skripsi ini.
2. Do'a serta dorongan yang kuat dari kedua orang tua yang terus memberi semangat, dan restunya serta doa yang tiada hentinya.
3. Ir.Kusriani, MP dan Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS. atas kesediaan waktunya untuk membimbing penulis hingga terselesaikan laporan skripsi ini.
4. Bapak Ir.Mulyanto, M.Si selaku ketua program studi MSP
5. Prof.Dr.Ir Diana Arfiati , MS selaku dekan fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
6. Rido Rezeki Situmorang, yang selalu ada memberikan dukungan dan semangat dan yang selalu mendoakan saya sampai skripsi saya ini selesai.
7. Teman-teman saya di Program Studi MSP'12 dan semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah berperan dalam terselesaikannya laporan ini.

Malang, 25 Juni 2016

Penulis

RINGKASAN

FEBRINA E.N SIDABUTAR. Skripsi tentang Kajian Logam Berat Cd Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Di Perairan Pesisir Kandang Semangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur dibawah bimbingan **Ir.Kusriani, MP** dan **Prof. Dr. Ir. Endang Yuli H., MS**

Pantai kandang semangkon merupakan pantai yang sangat produktif dalam menghasilkan sumberdaya perikanan. Kerang Darah merupakan salah satu sumberdaya yang dihasilkan di pantai ini. Namun dengan banyaknya aktivitas masyarakat disekitar pantai telah menyumbangkan polutan khususnya logam berat yang berdampak pada kerang Darah, sehingga sangat berbahaya untuk dikonsumsi masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui berapa kandungan logam berat Cd pada perairan, sedimen dan kerang darah pada pantai Kandang Semangkon dan apakah kadar logam berat Cd pada kerang Darah telah melebihi nilai ambang batas berdasarkan yang ditetapkan oleh WHO Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei - Juni 2016 di pantai Kandang Semangkon, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air, sedimen dan kerang Darah yang ada di pantai Kandang Semangkon. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan penjelasan deskriptif melalui penentuan beberapa titik sampling yaitu stasiun 1 di daerah mangrove, stasiun 2 di pelabuhan dan stasiun 3 di belakang pabrik, dengan pengulangan sampel sebanyak 2 kali pada tiap stasiun. Kerang Darah, air dan sedimen dari lokasi tersebut kemudian dianalisis kadar logam berat Cd 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 Cd di air pada semua stasiun penelitian di pantai Kandang Semangkon berkisar 0,0351 mg/l – 0,0607 mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 2 yaitu pada area pelabuhan, Kandungan rata-rata logam berat Cd di sedimen pada semua stasiun penelitian di pantai Kandang Semangkon berkisar 0,0178 mg/l – 0,0416 mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 2 yaitu area pelabuhan, Kandungan rata-rata logam berat Cd di kerang pada semua stasiun penelitian di pantai Kandang Semangkon berkisar 0,0181 mg/l – 0,388 mg/l dengan nilai tertinggi pada stasiun 2 yaitu pada area mangrove.

Hasil analisis kualitas air pada perairan di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan masih berada dalam kisaran yang baik untuk kehidupan biota air seperti kerang Darah 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. Hubungan korelasi antara logam berat Cd pada air dan sedimen terhadap kerang sangat kuat, karena koefisien korelasinya (r) lebih dari 0,75. Saran yang dapat diberikan adalah Perlu dilakukannya penyuluhan tentang bahaya logam berat jika dikonsumsi oleh tubuh karena logam berat sukar terdegradasi dan mengendap dalam tubuh dan memberitahukan cara untuk mencegahnya atau mengurangi kandungan logam berat Cd nya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil

menyelesaikan Skripsi yang berjudul kajian logam berat Cd pada kerang darah (*Anadara granosa*) di perairan pesisir kandang semangkon kecamatan paciran kabupaten lamongan 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 Cd pada tubuh kerang darah dan juga kandungan logam berat di perairan dan sedimen pada perairan pantai kandang semangkon. Diharapkan Laporan Skripsi ini dapat memberikan informasi kepada semua pihak.

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, 25 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

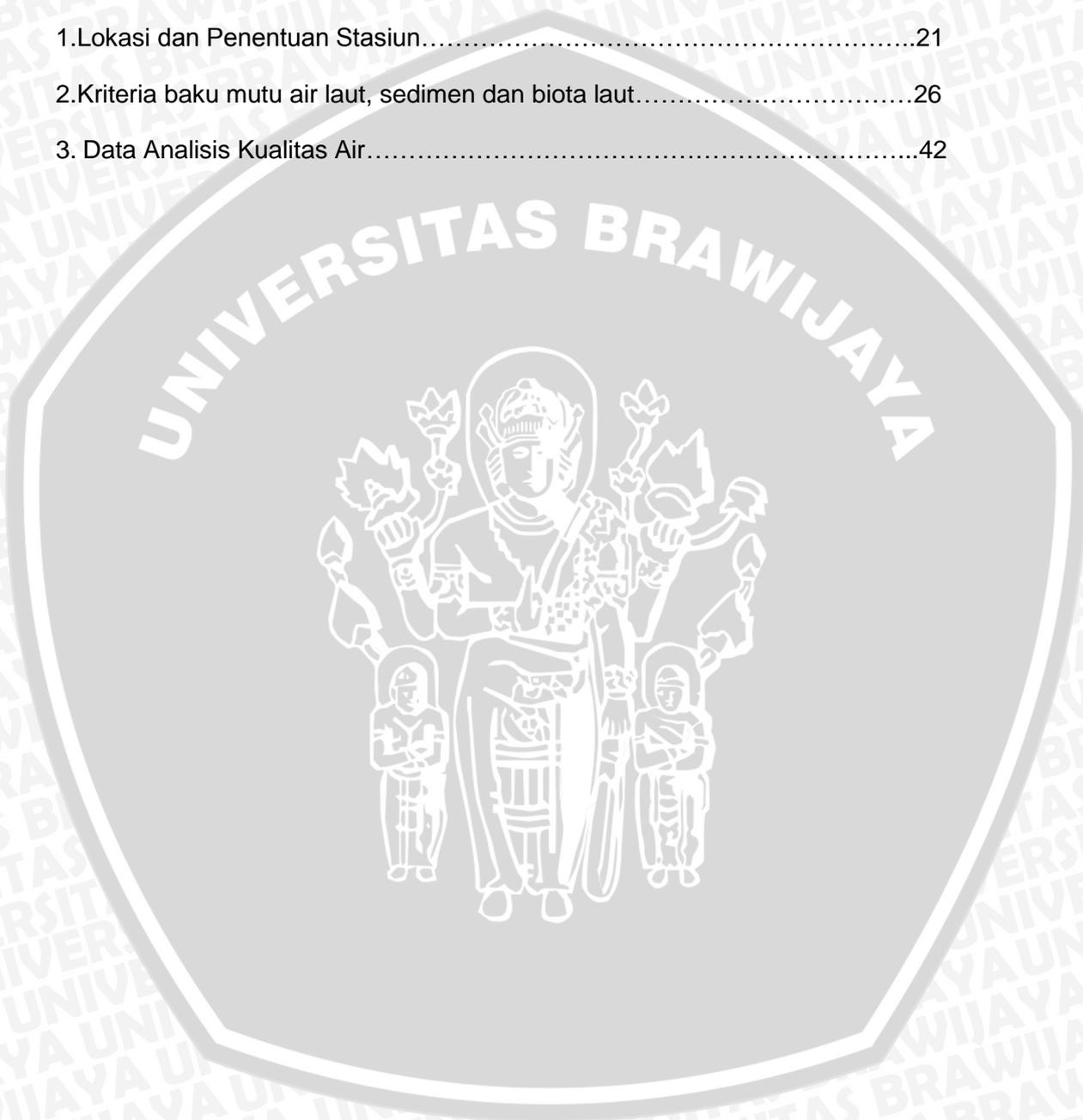
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan.....	5
1.4 Kegunaan Penelitian.....	6
1.5 Waktu dan Tempat.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Logam Berat.....	8
2.1.1 Definisi Logam Berat.....	8
2.1.2 Pencemaran Logam Berat di Perairan.....	8
2.2 Kadmium (Cd).....	9
2.2.1 Definisi Kadmium (Cd).....	9
2.2.2 Sifat-Sifat Logam Berat Cd.....	10
2.2.3 Sumber Kadmium (Cd).....	11
2.2.4 Bentuk-bentuk Cd di Perairan.....	12
2.2.5 Pengaruh Kadmium di Sedimen Perairan.....	13
2.3 Biologi Kerang Darah (<i>Anadara granossa</i>).....	13
2.3.1 Klasifikasi dan Identifikasi.....	13
2.3.2 Fisiologi Kerang Darah (<i>Anadara granossa</i>).....	14
2.3.3 Habitat dan Kebiasaan Makan.....	15
2.4 Parameter Kualitas Air.....	17
2.4.1 Suhu.....	17
2.4.2 Derajat Keasaman (pH).....	17



2.4.3 Salinitas.....	18
2.4.4 DO (Dissolved Oxygen).....	18
3. METODE PENELITIAN	20
3.1 Materi Penelitian.....	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.2.1 Alat.....	20
3.2.2 Bahan	20
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.4 Lokasi dan Penentuan Stasiun.....	21
3.5 Tahapan Pengambilan Sampel.....	22
3.6 Analisis Logam Berat.....	22
3.6.1 Analisis Sampel Cair	23
3.6.2 Analisis Sampel Kerang.....	23
3.7 Analisis Data	25
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian	27
4.1.1 Stasiun Pengamatan I.....	28
4.1.2 Stasiun Pengamatan II	29
4.1.3 Stasiun Pengamatan III	30
4.2 Sebaran Ukuran Sampel Kerang Darah.....	30
4.3 Hasil Analisis Logam Berat.....	32
4.3.1 Hasil Analisis Logam Berat di Air.....	32
4.3.2 Hasil Analisis Logam Berat di Sedimen	34
4.3.3 Hasil Analisis Logam Berat di Kerang Darah.....	36
4.4 Analisis Hubungan Logam Berat Cd Pada Sedimen dan Kerang Darah.....	38
4.5 Analisis Hubungan Logam Berat Cd Pada Air dan Kerang Darah.....	40
4.6 Analisis Parameter Kualitas Air.....	41
4.6.1 Suhu	42
4.6.2 Derajat Keasaman (pH).....	43
4.6.3 Oksigen Terlarut (DO).....	54
4.6.4 Salinitas.....	55
5.KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
DAFTAR LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.Lokasi dan Penentuan Stasiun.....	21
2.Kriteria baku mutu air laut, sedimen dan biota laut.....	26
3. Data Analisis Kualitas Air.....	42

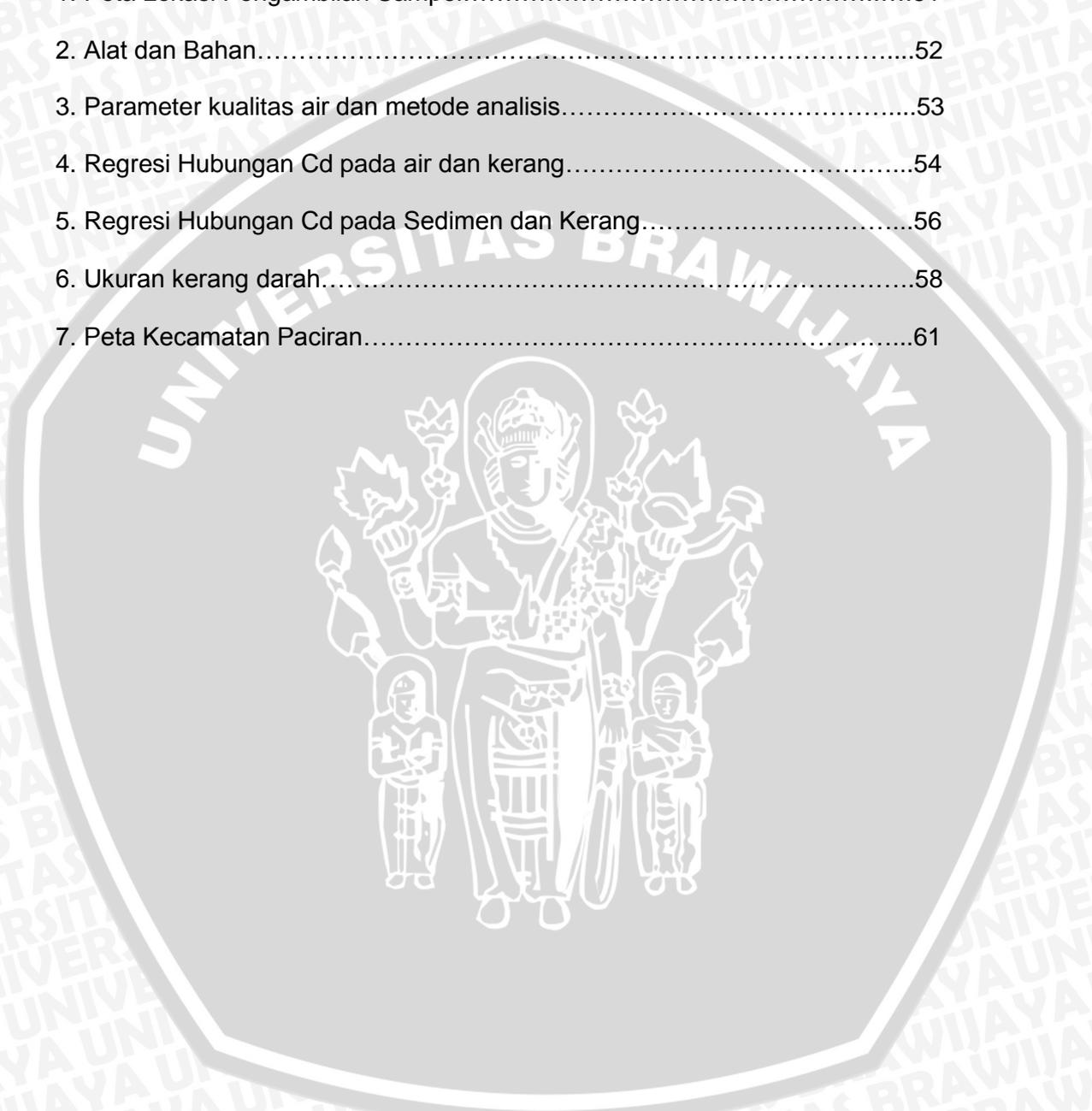


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar Bagian Alir Perumusan Masalah.....	5
2. Gambar Struktur luar kerang darah.....	14
3. Gambar bagian dalam kerang darah.....	15
4. Gambar denah pengambilan sampel.....	22
5. Gambar Stasiun Pengamatan 1.....	28
6. Gambar Stasiun Pengamatan 2.....	29
7. Gambar Stasiun Pengamatan 3.....	30
8. Grafik rata-rata ukuran kerang darah.....	31
9. Grafik rata-rata Kandungan Cd pada air.....	33
10. Grafik rata-rata Kandungan Cd pada sedimen.....	35
11. Grafik rata-rata Kandungan Cd pada kerang.....	37
12. Grafik hubungan Cd pada Sedimen dan Kerang.....	39
13. Grafik hubungan Cd pada Air dan Kerang.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	51
2. Alat dan Bahan.....	52
3. Parameter kualitas air dan metode analisis.....	53
4. Regresi Hubungan Cd pada air dan kerang.....	54
5. Regresi Hubungan Cd pada Sedimen dan Kerang.....	56
6. Ukuran kerang darah.....	58
7. Peta Kecamatan Paciran.....	61



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran laut adalah perubahan pada lingkungan laut yang terjadi akibat dimasukkannya oleh manusia secara langsung ataupun tidak langsung bahan-bahan atau energi ke dalam lingkungan laut (termasuk muara sungai) yang menghasilkan akibat yang demikian buruknya sehingga merupakan kerugian terhadap kekayaan hayati, bahaya terhadap kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan di laut termasuk perikanan dan lain-lain, penggunaan laut yang wajar, pemburukan dari pada kualitas air laut dan menurunnya tempat-tempat pemukiman dan rekreasi yang dapat menyebabkan masuknya limbah ke dalam perairan dan menyebabkan pencemaran.

Adanya masukan limbah ke dalam perairan dapat mengakibatkan perubahan kualitas perairan baik secara fisik maupun kimia. Penurunan kualitas perairan disebabkan oleh adanya zat pencemar baik berupa komponen-komponen organik maupun komponen anorganik. Komponen anorganik diantaranya adalah logam berat yang berbahaya. Penggunaan logam berat tersebut dapat digunakan baik secara langsung maupun tidak langsung, sengaja atau tidak sengaja telah mencemari lingkungan. Beberapa logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan diantaranya adalah merkuri (Hg), timbal atau timah hitam (Pb), arsenik(As), tembaga (Cu), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni) (Fitriyah, 2007).

Pencemaran akibat kegiatan industri dapat menyebabkan kerugian besar, karena umumnya buangan/limbah mengandung zat beracun antara lain raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), tembaga (Cu), Arsenik (As) yang sering digunakan dalam proses produksi suatu industri baik sebagai bahan baku, katalisator ataupun

bahan utama. Logam-logam ini akan membentuk senyawa organik yang berperan dalam merusak kehidupan makhluk hidup yang ada dalam perairan (Darmono, 2011).

Semua logam berat tersebar di seluruh permukaan bumi, tanah, air, maupun udara. Beberapa diantaranya berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup dan disebut sebagai hara mikro essential, secara biologis beberapa logam dibutuhkan oleh makhluk hidup pada konsentrasi tertentu dan dapat berakibat fatal apabila tidak dipenuhi. Oleh karena itu logam-logam tersebut dinamakan mineral-mineral essential tubuh, tetapi jika logam-logam essential masuk dalam jumlah yang berlebihan, akan berubah fungsi menjadi racun bagi tubuh. Semua logam berat dapat menjadi racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup (Palar, 2008). Tidak seperti polutan organik yang pada beberapa kasus pencemaran dapat terdegradasi, logam berat yang dibuang ke lingkungan cenderung tidak terdegradasi, tersirkulasi dan biasanya terakumulasi melalui rantai makanan yang merupakan ancaman bagi hewan dan manusia (Chen et al., 1996).

Logam berat jika sudah terserap kedalam tubuh mikroorganisme maka tidak dapat dihancurkan, bersifat toksik dan mengganggu kehidupan mikroorganisme. Pada manusia, logam berat dapat menimbulkan efek kesehatan tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Logam berat dapat juga sebagai penyebab alergi, karsinogen bagi manusia dan dalam konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan kematian (Putra et al, 2005).

Salah satu logam berat yang berbahaya bagi tubuh dan sering terakumulasi adalah Kadmium (Cd). Kadmium sendiri merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cd dan nomor atom 48. Kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi

terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Tentunya keberadaan kadmium dalam perairan tidak dapat kita toleransi karena akibat yang ditimbulkan bagi makhluk hidup khususnya manusia. Dimana kadmium memiliki kemampuan berakumulasi dalam tubuh manusia dan sangat susah untuk dikeluarkan, sehingga dapat mengganggu kinerja dari tubuh manusia itu sendiri (Mohtar, 1978).

Kerang Darah merupakan salah satu jenis *bivalvia* yang mampu menyerap logam berat. Kerang Darah hidup menetap di suatu lokasi tertentu di dasar air. Jenis kerang ini banyak digunakan sebagai indikator pencemaran logam. Hal ini disebabkan karena, sifat bioakumulasinya terhadap logam berat. Lingkungan yang memiliki tingkat kandungan logam berat yang melebihi jumlah yang diperlukan dapat menghambat pertumbuhan Kerang Darah sehingga dalam keadaan ini keberadaan logam berat dalam lingkungan adalah pencemaran bagi Kerang Darah (Darmono 2001).

Kerang Anadara (*Anadara granosa*) dimanfaatkan sebagai bahan makanan (sumber protein), selain itu Kerang Darah (*Anadara granosa*) memiliki sifat *filter feeder dan sessile* sehingga Kerang Darah (*Anadara granosa*) mampu menyerap cemaran logam berat Kadmium (Cd) di lingkungan yang tercemar oleh logam berat Kadmium (Cd), sehingga secara alami logam berat Kadmium (Cd) terakumulasi dalam tubuh Kerang Darah (*Anadara granosa*), sehingga Kerang Darah (*Anadara granosa*) dapat digunakan sebagai bioindikator logam berat Kadmium (Cd) yang mencemari suatu daerah perairan (Muhajir, 2009).

Pantai Kandang Semangkon merupakan pantai yang berada di kecamatan Paciran, di kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur yang memiliki hutan mangrove sepanjang 1,3 kilometer dari ujung barat sampai ujung timur. Masyarakat sekitar pantai Semangkon memanfaatkan sumberdaya seperti ikan, kerang,

kepiting dan lainnya untuk dikonsumsi atau untuk mata pencaharian dengan cara dipasarkan. Untuk mendapatkan Kerang Darah (*Annadara granossa*), masyarakat biasanya akan mendatangi pantai pada saat air surut.

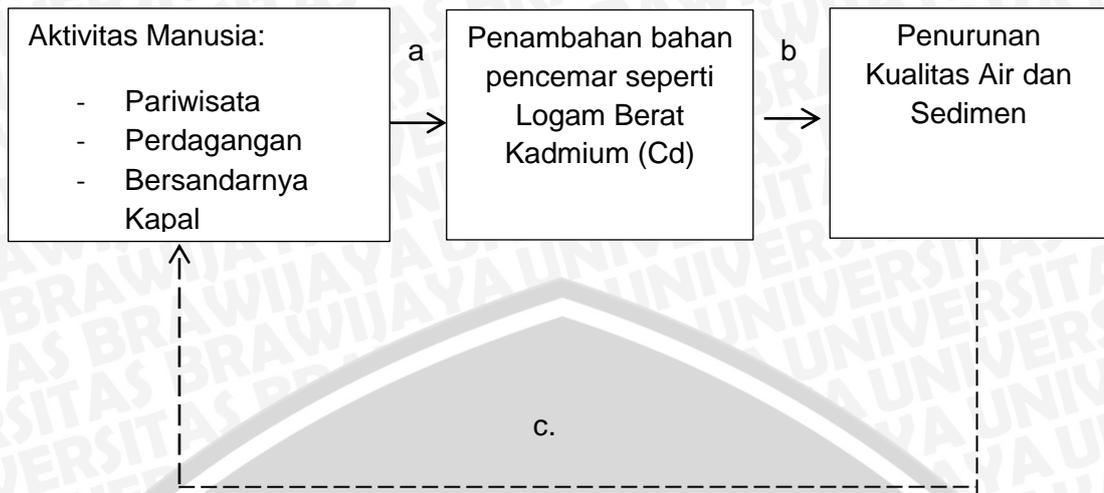
Kerang Darah banyak ditemui didaerah mangrove yang memiliki substrat pasir berlumpur dan banyak mengandung bahan organik. Namun di sekitaran pantai Kandang Semangkon ini terdapat pabrik dan pellabuhan yang berada dekat perairan yang menghasilkan pencemaran limbah logam berat seperti Cd, Cr, Pb, Fe, Zn dan Logam berat lainnya (Yulianto et al, 2006). Logam-logam berat tersebut dapat terakumulasi kedalam tubuh biota-biota yang ada diperairan misalnya pada kerang yang memiliki sifat *filter feeder* dengan didukung pergerakannya yang lambat sehingga akan sangat sulit untuk kerang darah menghindari dari kondisi tercemarnya logam berat tersebut. sifat kerang yang filter feeder membuat kerang merupakan biota yang paling besar mengakumulasi logam berat disbanding biota lainnya.

Berdasarkan uraian diatas maka sangatlah tepat untuk dilakukannya penelitian mengenai kandungan logam berat khususnya logam berat Kadmium (Cd) pada Kerang Darah (*Annadara granossa*) serta pada air dan sedimen yang ada di beberapa titik di Pantai Kandang Semangkon.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Banyaknya aktivitas manusia terlebih pada kegiatan pariwisata seperti aktivitas pengunjung, sampah sisa kegiatan pariwisata, perdagangan dan tempat bersandarnya kapal wisata di sepanjang daerah wisata disepanjang daerah wisata pantai pesisir Kandang Semangkon, Paciran menyebabkan terjadinya perubahan kondisi fisika, kimia serta diduga bahwa perairan tersebut tercemar logam berat.



Gambar 1. Bagian Alir Perumusan Masalah

Keterangan :

- Secara garis besar di sekitar garis pantai Kandang Semangkon terdapat berbagai kegiatan manusia seperti pariwisata, aktivitas pengunjung, perdagangan dan sebagai tempat bersandarnya kapal.
- Dari berbagai kegiatan pariwisata menghasilkan banyak limbah seperti plastic, bekas baterai, cat dari kapal yang diduga menjadi sumber dari Logam Berat Kadmium (Cd).
- Secara langsung maupun tidak langsung kekuatan tersebut dapat mempengaruhi tingkat pemanfaatan air pantai, baik sebagai sarana dan prasarana penunjang kegiatan ataupun sebagai tempat akhir pembuangan hasil (terjadi penambahan bahan pencemar di perairan tersebut) dari kegiatan tersebut, sehingga menyebabkan adanya perubahan atau penurunan kualitas air dan sedimen baik secara fisika dan kimia.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menambah ilmu pengetahuan yang diperoleh dari bangku perkuliahan melalui penelitian di lapangan mengenai kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada perairan dan sedimen.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai konsentrasi kadmium (Cd), pada air laut, kerang Darah (*Annadara granossa*) dan sedimen di Pantai Kandang Semangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan, Jawa Timur apakah sudah melebihi ambang batas atau masih memenuhi baku mutu.
2. Mengetahui kondisi kualitas perairan dan sedimen melalui kandungan logam berat kadmium (Cd) pada kerang *Annadara granossa* di Pantai Kandang Semangkon Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.

1.4 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah diharapkan sebagai berikut:

1. Mahasiswa

Meningkatkan wawasan dan kemampuan untuk menganalisis data, memahami permasalahan yang ada dan menemukan solusinya dengan cara memadukan teori yang diperoleh dengan keadaan lapang.

2. Masyarakat Umum

Memberikan informasi tentang kandungan logam berat pada air laut, sedimen dan memberikan kesadaran kepada masyarakat sekitar untuk turut serta dalam menjaga, mengelola dan meningkatkan mutu perairan tersebut.

3. Pemerintah

Sebagai informasi tambahan dalam proses pengelolaan sumberdaya secara berkelanjutan dan peningkatan mutu perairan di wilayah pesisir Kandang Semangkon, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur.

4. Lembaga Pendidikan

Sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan penelitian serupa dan dapat menjadi pembanding dengan lokasi lain dalam penelitian yang sama.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Pantai Kandang Semangkon, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur pada bulan Mei sampai Juni 2016. Analisis kandungan logam berat Cd dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Negeri Malang, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

2.1.1 Definisi Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan densitas lebih besar dari 5g/cm^3 terletak disudut kanan bawah pada system periodik unsur, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92, dari periode 4 sampai 7. Sebagian logam berat seperti Plumbum (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang sangat berbahaya. Afinitasnya yang tinggi terhadap S menyebabkan logam ini menyerang ikatan S dalam enzim, sehingga enzim yang bersangkutan menjadi tidak aktif. Gugus karboksilat (-COOH) dan amina (-NH₂) juga bereaksi dengan logam berat. Kadmium, Plumbum, dan Tembaga terikat pada sel-sel membrane yang menghambat proses transformasi melalui dinding sel. Logam berat juga mengendapkan senyawa posfat biologis atau mengkatalis penguraiannya. (Manahan, 2010)

Logam berat adalah unsur alami dari kerak bumi. Logam yang stabil dan tidak bisa rusak atau hancur, oleh karena itu mereka cenderung menumpuk dalam tanah dan sedimen. Banyak istilah logam berat telah diajukan, berdasarkan kepadatan, nomor atom, berat atom, sifat kimia atau racun. Logam berat yang dipantau meliputi: Antimony(Sb), Arsenik(As), Cadmium(Cd), Cobalt(Co), Chromium (Cr), Copper (Cu), Nickel (Ni), Lead (Pb), Mangan(Mn), Molybdenum(Mo), Scandium (Sc), Selenium (Se), Titanium (Ti), Tungsten (W), Vanadium (V), Zinc (Zn). Besi (Fe), Nikel(Ni), Stronsium (Sr), Timah (Sn), Tungsten (W), Vanadium (V).

2.1.2 Pencemaran Logam Berat di Perairan

Logam berat terdapat di seluruh lapisan alam, namun dalam konsentrasi yang sangat rendah. Dalam air laut konsentrasinya berkisar antara 10^{-5} – 10^{-3} ppm. Pada tingkat kadar yang rendah, beberapa logam berat umumnya dibutuhkan oleh

organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Namun sebaliknya bila kadarnya meningkat, logam berat berubah sifat menjadi racun. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut terjadi karena masuknya limbah yang mengandung logam berat ke lingkungan laut. Limbah yang banyak mengandung logam berat biasanya berasal dari kegiatan industri, pertambangan, pemukiman dan pertanian (Maslukah, 2007).

Logam berat Hg, Pb, Cd, Cu dan Zn banyak digunakan dalam kegiatan industri seperti pabrik tekstil, cat farmasi dan kimia, pestisida, detergen, percetakan, alat-alat besar dan limbah dari kegiatan manusia lainnya. Beberapa jenis industri dan kegiatan yang potensial sebagai sumber pencemar logam berat dijumpai di pesisir pantai Bitung seperti : galangan kapal, percetakan, farmasi dan kimia, cat, pelapisan logam, baterai, pabrik seng, pengantongan semen, stasiun BBM Pertamina, pasar dan pengalengan ikan. Buangan limbah pabrik dan kegiatan tersebut ke perairan umumnya tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Walaupun dilakukan pengolahan limbah, umumnya tidak memadai sehingga menyebabkan pencemaran perairan bahan kimia tersebut.

Pembuangan air industri dan kegiatan secara terus menerus bukan saja mencemari badan air tetapi menyebabkan pula terkumpulnya logam berat di sedimen dan biota perairan bahkan dapat sampai pada manusia. Suatu proses produksi dalam industri memerlukan suhu tinggi seperti pertambangan, pemurnian minyak, pembangkit tenaga listrik dan energi minyak, pengecoran logam. Proses tersebut banyak mengeluarkan limbah pencemar, terutama pada logam-logam yang relatif mudah menguap dan larut dalam air seperti Hg, Pb, dan Cd (Mokoagouw, 2008).

2.2 Kadmium (Cd)

2.2.1 Definisi Kadmium (Cd)

Cd merupakan salah satu logam berat yang bersifat racun dan merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga berbahaya untuk manusia. Dalam badan perairan, kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Biota-biota yang tergolong bangsa udang-udangan (crustacea) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-504 jam bila di dalam badan perairan di mana biota tersebut hidup terlarut logam atau persenyawaan Cd pada rentang konsentrasi antara 0.005-0.15 ppm. Untuk biota-biota yang tergolong ke dalam bangsa serangga (insecta) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-672 jam bila ditemukan di dalam badan perairan di mana biota tersebut hidup terlarut Cd atau persenyawaan Cd dalam rentang konsentrasi antara 0.003-18 ppm. Sedangkan untuk biota-biota perairan yang tergolong ke dalam keluarga Oligochaeta akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-96 jam bila di dalam badan perairan terlarut logam Cd atau persenyawaannya dengan rentang konsentrasi antara 0.0028-4.6 ppm (Hutagalung, 1984).

Kadmium (Cd) ini pertama kali ditemukan oleh seorang ilmuwan Jerman bernama Friedric Strohmeyer pada tahun 1817. Logam Cd ini ditemukan dalam bebatuan calamine (seng karbonat). Nama Kadmium sendiri diambil dari nama latin "calamine" yaitu "cadmia". Kadmium hampir selalu ditemukan dalam jumlah yang kecil dalam bijih-bijih Seng, seperti sphalerite (ZnS). Greenocite (CdS) merupakan mineral satu-satunya yang mengandung Kadmium. Hampir semua Kadmium diambil sebagai hasil produksi dalam persiapan bijih-bijih Seng, Tembaga dan Plumbum.

Unsur ini lunak, logam putih yang kebiru-biruan yang dapat dengan mudah dipotong dengan pisau, hampir dalam banyak hal sifatnya mirip Seng, penanganannya harus hati-hati karena uap dari Kadmium sangat berbahaya.

Contohnya solder Perak. Pengeksposan terhadap debu-debu Kadmium tidak boleh melewati 0.01 mg/m^3 (rata-rata waktu-berat selama 8jam, 40 jam/minggu. Konsentrasi maksimum tidak boleh melewati 0.14 mg/m^3 . Pengeksposan terhadap uap Kadmium oksida tidak boleh melewati $0,05 \text{ mg/m}^3$ dan konsentrasi maksimum tidak boleh melewati $0,05 \text{ mg/m}^3$. Nilai-nilai konsentrasi di atas sedang dievaluasi kembali dan rekomendasi sementara adalah untuk mengurangi pengeksposan terhadap Kadmium.

2.2.2 Sifat-Sifat Logam Berat Cd

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfit). Kadmium membentuk Cd^{2+} yang bersifat tidak stabil. Cd memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh $321 \text{ }^\circ\text{C}$, titik didih $7670 \text{ }^\circ\text{C}$ dan memiliki masa jenis $8,65 \text{ g/cm}^3$ (Widowati et al, 2008).

Logam kadmium atau Cd akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Logam kadmium (Cd) memiliki karakteristik berwarna putih keperakan seperti logam aluminium, tahan panas, tahan terhadap korosi. kadmium (Cd) digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Kadmium (Cd) adalah metal berbentuk kristal putih keperakan. Cd didapat bersama-sama Zn, Cu, Pb, dalam jumlah yang kecil. Kadmium (Cd) didapat pada industri alloy, pemurnian Zn, pestisida, dan lain-lain (Said, 2008).

Logam kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, kadmium (Cd) merupakan logam yang lunak ductile, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta cepat akan mengalami

kerusakan bila dikenai uap amoniak (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2). Berdasarkan pada sifat kimianya, logam kadmium (Cd) didalam persenyawaan yang dibentuknya umumnya mempunyai bilangan valensi 2+, sangat sedikit yang mempunyai bilangan valensi 1+. Bila dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion OH^- , ion-ion Cd^{2+} akan mengalami proses pengendapan. Endapan yang terbentuk dari ion-ion Cd^{2+} dalam larutan OH^- biasanya dalam bentuk senyawa terhidrasi yang berwarna putih (Palar, 2004).

2.2.3 Sumber Kadmium (Cd)

Menurut Clark (1986) sumber kadmium yang masuk ke perairan berasal dari:

1. Uap, debu dan limbah dari pertambangan timah dan seng.
2. Air bilasan dari elektroplating.
3. Besi, tembaga dan industri logam non ferrous yang menghasilkan abu dan uap serta air limbah dan endapan yang mengandung kadmium.
4. Seng yang digunakan untuk melapisi logam mengandung kira-kira 0, 2 % Cd sebagai bahan ikutan (impurity); semua Cd ini akan masuk ke perairan melalui proses korosi dalam kurun waktu 4-12 tahun.
5. Pupuk phosfat dan endapan sampah.

Menurut Rumahlatu (2012), sumber kontaminasi logam berat kadmium pada lingkungan yaitu melalui lapisan bumi dan aktivitas manusia (antropogenik), seperti industry. Penyebab utama kontaminasi logam berat Cd pada lingkungan perairan adalah aktivitas manusia (antropogenik) dan Cd menyebabkan gangguan pada sistem biologis karena dapat terakumulasi dengan mudah dalam sedimen maupun organisme. Pada lingkungan perairan, kadmium secara cepat terdeposit pada organisme perairan dalam bentuk ion-ion bebas (Cd^{2+}). Miller (2007) menyebutkan bahwa ion Cd^{2+} pada konsentrasi yang rendah tidak toksik, tetapi bila terakumulasi pada tingkat tertentu dapat meracuni hewan atau manusiamelewati rantai makanan.

2.2.4 Bentuk-bentuk Cd di Perairan

Kadmium bervalensi dua (Cd^{2+}) adalah bentuk terlarut stabil dalam lingkungan perairan laut pada pH dibawah 8,0. Kadar Cd di perairan alami berkisar antara 0,29-0,55 ppb dengan rata-rata 0,42 ppb. Dalam lingkungan alami yang bersifat basa, kadmium mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Di perairan alami, Cd membentuk ikatan kompleks dengan ligan baik organik maupun anorganik, yaitu Cd^{2+} , $Cd(OH)^+$, $CdCl^+$, $CdSO_4$, $CdCO_3$ dan Cd organik (Sanusi, 2006).

Logam Kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Hanya ada satu jenis mineral kadmium yaitu greenockite (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral spalerite (ZnS). Mineral greenockite sangat jarang ditemukan di alam, sehingga dalam eksploitasi logam kadmium, biasanya merupakan hasil sampingan dari peristiwa peleburan dan refining bijih-bijih seng (Zn). Pada konsentrat bijih seng terdapat 0,2-0,3% logam kadmium. Artinya seng menjadi sumber utama dari logam kadmium (Palar, 2008).

2.2.5 Pengaruh Kadmium di Sedimen Perairan

Kadmium dalam konsentrasi 0,5-0,75 ml dalam air dapat menyebabkan nekrosis insang dan nekrosis fokal serta hipertropi pada hepatopankreas dan mukrosa usus pada udang putih. Toksisitas akut kadmium pada ikan dapat menyebabkan hypocalcaemia (rendahnya kalsium dalam darah). Toksisitas kadmium pada manusia dapat menyebabkan penyakit ouch-ouch (itai-itai) yaitu kontraksi otot karena kehilangan sejumlah kalsium dan dapat berdampak pada kematian seperti yang terjadi di Jepang (Uhlmann, 1979).

Pencemaran Cd dapat mengenai organisme dan manusia melalui tanah yang menggunakan pupuk yang mengandung Cd atau tercemar bahan insudtri. Tanah yang tercemar Cd apabila ditanami atau didiami oleh organisme secara berkala akan menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia yang mengkonsumsi

tanaman pangan tersebut begitupun dengan organisme yang mendiami tempat tersebut (Soesanto, 1998).

2.3 Biologi Kerang Darah (*Anadara granosa*)

2.3.1 Klasifikasi dan Identifikasi

Menurut Linneaus (1758), kerang darah (Gambar 2) diklasifikasikan sebagai

berikut :

Filum	: Moluska
Kelas	: Bivalvia
Ordo	: Arcoida
Superfamili	: Arcacea
Famili	: Arcidae
Genus	: <i>Anadara</i>
Spesies	: <i>Anadara granosa</i> Linn.,
Nama Indonesia	: Kerang darah
Nama lokal	: Bukur, Kerang dagu



Gambar 2. Struktur luar Kerang Darah (Google Image, 2016)

Kerang ini disebut kerang darah karena memiliki pigmen darah merah/haemoglobin yang disebut bloody cockles, sehingga kerang ini dapat hidup pada kondisi kadar oksigen yang cukup rendah, bahkan setelah dipanen masih bisa hidup walaupun tanpa air. Kerang dalam keadaan hidup dengan ciri cangkang

tertutup rapat bila terkena sentuhan. Kerang yang mati cangkangnya agak terbuka dan sedikit menganga yang diikuti oleh bau segar yang perlahan-lahan berganti dengan bau busuk amoniak (Nurjanah et al., 2005)

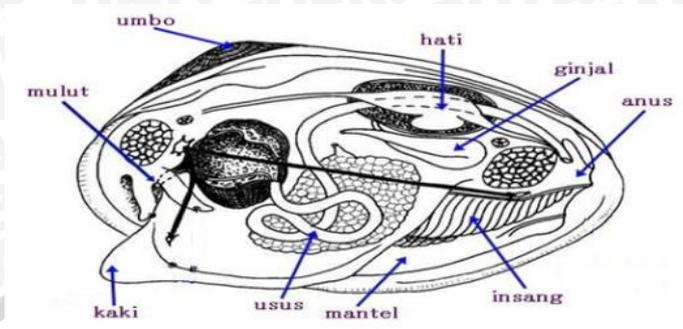
Bentuknya bulat kipas, agak lonjong, terdiri dari dua belahan yang sama (simetris), mempunyai garis palial pada cangkang sebelah dalam yang lengkap dan garis palial bagian luar beralur. Bagian dalam halus dengan warna putih mengkilat. Warna dasar kerang putih kemerahan (merah darah) dan bagian dagingnya merah dan ukuran lebar cangkang dapat mencapai 4 cm (Umbara dan Suseno, 2006).

2.3.2 Fisiologi Kerang Darah (*Anadara granossa*)

Kerang terdiri dari 3 lapisan utama, yaitu mantel, insang, dan organ dalam. Mantel menggantung diseluruh tubuh, dan membentuk lembaran yang luas dari jaringan yang berada dibawah cangkang. Puncak cangkang disebut umbo dan merupakan bagian cangkang yang paling tua. Garis-garis melingkar sekitar umbo menunjukkan pertumbuhan cangkang. Didalam cangkang terdapat dua buah sifon yang berbeda fungsi. Sifon ventral (*inhalant*) berfungsi sebagai alat pemasukan air (makanan) dan sifon dorsal (*exhalant*) untuk membuang sisa metabolisme (Hakim, 2007).

Sistem organ-organ yang berkaitan dengan pencernaan makanan dan pengeluaran feses (Gambar 3) terdiri dari mulut, esophagus pendek, lambung, *crystalline sac*, *digestive diverticula*, perut, rectum, anus. Mulut membentuk celah antara sepasang labial palps dan dilapisi dengan epitelium bersilia pada sebuah membrane. Sel-sel epitel hanya berisi beberapa kelenjar lendir. Esophagus pendek berbentuk corong dan pada bagian ventral dilapisi epitelium mirip dengan mulut. Alur sepanjang dinding mantel mengarah ke pembukaan perut dan berfungsi untuk menyortir makanan serta mengarahkan partikel makanan. *Crystalline sac* membantu dalam pencampuran partikel makanan dan menghasilkan enzim

pencernaan. Pencernaan dan penyerapan makanan pada kerang merupakan proses intraseluler yang berlangsung di *digestive diverticula* (Galstoff, 1984)



Gambar 3. Bagian dalam Kerang Darah (Google Image, 2016)

2.3.3 Habitat dan Kebiasaan Makan

Kerang darah (*A. granosa*) hidup di daerah pasang surut umumnya ditemukan pada lahan pantai yang berada di antara daerah rata pasang dan rata surut, tetapi hampir tidak ditemukan di atas garis rata pasang. Kerang darah hidup di daerah tropik pada lumpur halus atau kadang-kadang pasir berlumpur dan dilindungi atau berasosiasi dengan pohon-pohon bakau (Broom 1985). Pathansali (1966) menambahkan walaupun *A. granosa* L. ditemukan juga pada lumpur berpasir, jumlah dan ukurannya tidak sebaik di lumpur halus yang payau dan habitat yang ideal bagi *A. granosa* adalah pada substrat dengan kandungan lumpur halus berukuran kurang dari 0,124 mm (diameter lumpur) sebanyak dari 90% pada hamparan pasang yang terlindungi dari ombak dan terletak di muara atau diluar dengan salinitas antara 18 sampai 30 ‰ dengan kecerahan 0,5-2,5 m dan pH 7,5-8,4 (Nurohman, 2012).

Kerang darah terdapat di pantai laut pada substrat lumpur berpasir dengan kedalaman 10 m sampai 30 m. Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Broom (1982) berdasarkan penelitian yang dilakukan di Sungai Selangor dan Sungai Buloh, Malaysia,

menyatakan bahwa *A. granosa* paling banyak ditemukan pada daerah dengan kandungan air substrat 55-65% dan proporsi diameter partikel yang berukuran.

Kerang darah hidup di perairan pantai yang memiliki pasir berlumpur dan dapat juga ditemukan pada ekosistem estuari, mangrove dan padang lamun (Mzighani 1758).

Kerang darah hidup mengelompok dan umumnya banyak ditemukan pada substrat yang kaya kadar organik. Distribusi kerang tersebut meliputi Australia, Tropical Indo-West Pacific, Red Sea, South China Sea, Vietnam, China, Hong Kong (Xianggang), Thailand, Philippines, New Caledonia, Jepang dan Indonesia yang tersebar di kawasan pesisir pantai. Di Indonesia, daerah penyebaran kerang ini hampir di seluruh pantai Indonesia, hidup di dasar, di daerah pasir berlumpur pada kedalaman sampai dengan 4 meter dan perairan yang relatif tenang (Linnaeus 1758). Teknik budidaya kerang darah di Indonesia dimulai dengan pengumpulan benih kerang darah berukuran 4 mm – 10 mm di tempat penyebaran benih alami di tepi pantai yang landai (PKSPL 2004).

2.4 Parameter Kualitas Air

2.4.1 Suhu

Suhu merupakan factor fisika yang penting dimana-mana di dunia. Kenaikan suhu mempercepat reaksi-reaksi kimiawi. Menurut Vant Hoff kenaikan suhu 10°C melipatduakan kecepatan reaksi, walaupun hokum ini tidak selalu berlaku. Misalnya saja proses metabolisme akan menarik sampai piuncaknya dengan kenaikan suhu tetapi kemudian menurun lagi. Setiap perubahan suhu cenderung untuk mempengaruhi banyak proses kimiawi yang terjadi secara bersamaan pada jaringan tanaman dan binatang, karenanya juga mempengaruhi biota secara keseluruhan (Dinar, 2010).

Suhu dilaut adalah salah satu factor yang amat penting bagi kehidupan organisme di lautan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun

perkembangbiakan dari organisme-organisme tersebut. Oleh karena itu tidaklah mengherankan jika banyak dijumpai bermacam-macam jenis hewan yang terdapat diberbagai tempat di dunia (Hutabarat dan Evans, 2008).

2.4.2 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH adalah hasil pengukuran aktiitas ion hydrogen fdalam perairan dan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa air. Adanya asam-asam mineral bebas dan asam bikarbonat meningkatkan keasaman. Sedangkan karbonat, hidroksida, dan bikarbonat akan meningkatkan kebasaan air (S Elfinurfajri, 2009).

Derajat Keasaman (pH) menunjukkan kekuatan antara asam dan basa dalam air, juga dapat diartikan dengan kadar konsentrasi Ion hydrogen dalam larutan. Air dapat bersifat asam atau basa, tergantung besar kecilnya pH air atau besarnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. Air yang mempunyai pH lebih kecil dairi pH normal akan bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH lebih besar dari pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke sungai akan mengubah pH air yang akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Wardhana, 2004).

2.4.3 Salinitas

Menurut Connel dan Miller (2006), penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan karena adanya zat pencemar yang dapat mengkonsumsi oksigen. Zat pencemar tersebut terutama terdiri dari bahan-bahan organik dan non-organik, bahan-bahan buangan industry dan rumah tangga. Sebagian besar zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik.

Menurut Nybakken (1998), salinitas merupakan konsentrasi dari ion-ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam ppt atau promil. Salinitas sangat berhubungan dengan tekanan osmotic air sehingga organisme berada pada kondisi

yang seimbang dengan medium tempat hidupnya. Perubahan salinitas dapat menyebabkan masalah terhadap tekanan osmotik pada organisme yang mungkin akan menimbulkan kematian. Perubahan salinitas dapat terjadi karena adanya pasang surut, aliran air dari daratan, penguapan air bersalinitas maupun adanya air hujan. Air tawar memiliki salinitas ‰ , air payau memiliki salinitas antara 1‰ – 30‰ , sedangkan air laut/asin memiliki salinitas di atas 30‰ .

2.4.4 DO (Dissolved Oxygen)

DO (*Dissolved Oxygen*) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2003).

Salah satu parameter kimia air yang berperan pada kehidupan biota perairan merupakan oksigen terlarut. Penurunan oksigen terlarut dapat mengurangi efisiensi pengambilan oksigen bagi biota perairan sehingga menurunkan kemampuannya untuk hidup normal (Monoarfa, 2002).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dari penelitian skripsi tentang Kajian Logam Berat Cd pada Kerang Darah (*Annadara grannosa*) di Perairan Pesisir Kandang Semangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur ini adalah dengan melakukan Penelitian secara langsung terhadap Perairan Pesisir Kandang Semangkon Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan dan melakukan pengukuran kualitas air pada wilayah sekitar pantai tersebut dengan pengambilan sampel dari parameter fisika dan kimia air, yaitu:

1. Parameter fisika (Suhu)
2. Parameter kimia air (pH, Salinitas dan DO).

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu dengan menampilkan data dalam bentuk tabel, gambar dan grafik sehingga menghasilkan informasi mengenai kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada air, kerang dan sedimen di Pantai Kandang Semangkon, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan. Menurut Zulniadi (2007), metode deskriptif dapat diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan atau melukiskan keadaan subyek atau obyek penelitian (seseorang, lembaga, masyarakat dan lain-lain) pada saat sekarang berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau sebagaimana adanya.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah meliputi:

- a) Alat-alat di lapangan

Alat yang digunakan pada saat penelitian di lapang adalah Botol plastik, alat tulis, Kandtong plastik, dan Coolbox.

b) Alat di Laboratorium

Alat yang digunakan pada saat penelitian di Laboratorium adalah oven, blender, beaker glass, mikrotom, pinset, gelas ukur, mikroskop, furnace dan seperangkat Spektroskop Serapan Atom (SSA) tanpa nyala.

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah meliputi:

a) Bahan-bahan yang digunakan di lapangan

Bahan yang digunakan pada saat penelitian di lapang adalah kertas label, asam nitrat (HNO_3) dan es batu.

b) Bahan-bahan yang digunakan di laboratorium

Bahan yang digunakan pada saat penelitian di laboratorium adalah Kerang Darah, air laut, aquades, asam nitrat (HNO_3), eosin, xylol, formalin, parafin dan alkohol(50%;70%;80%;90%;dan 100%.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1. Prosedur Pengambilan Sampel

Sampel diambil dari masing-masing stasiun yang telah ditentukan. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menggali tanah yang terdapat kerang. Dalam tiap stasiun dilakukan pengambilan di 3 tempat yaitu tepi pantai, tengah pantai dan jauh dari pantai dengan jarak 35 m dan diulang dua kali di tiap-tiap stasiun. Kerang diambil menggunakan transek *line* berukuran 10 x 10 meter sebanyak 10 ekor pada dekat daratan , 10 ekor agak menengah dan 10 ekor pada tengah 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 atas pipa paralon

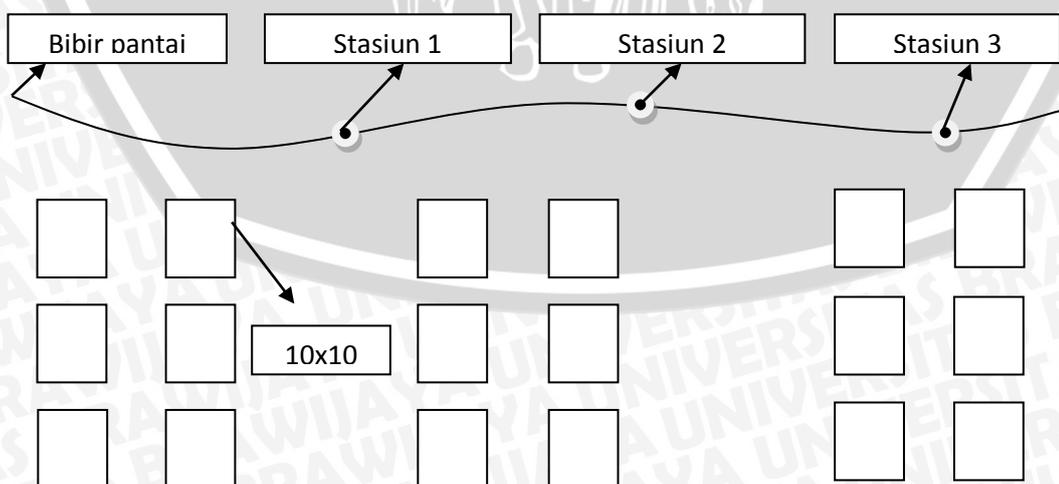
ditutup dan diangkat perlahan-lahan agar sedimen di dalamnya tidak keluar. Sampel yang telah diangkat kemudian dimasukkan ke dalam baskom, lalu diambil kurang lebih 500 g. Setelah semua sampel didapat dimasukkan ke dalam plastik dan di letakkan pada *coolbox* untuk kemudian dianalisis kandungan logam berat di laboratorium kimia.

3.4.2 Penentuan Stasiun

Penentuan pengambilan sampel dipilih secara sengaja berdasarkan pertimbangan dan jenis aktivitas yang ada disekitarnya dan sebaran kerang *Annadara granosa*. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dengan menggunakan transek *line* secara acak . Tiap stasiun terdiri dari 3 titik pengambilan sampel yaitu pada dekat daratan , agak menengah dan tengah pantai. Stasiun pengambilan sampel ditunjukkan pada Tabel 1 dan denah lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 1. Lokasi stasiun pengambilan sampel

Stasiun	Lokasi
1	Sekitar mangrove dekat pemukiman warga dan area tambak
2	Sekitar pelabuhan kapal nelayan
3	Belakang pabrik pengalengan ikan



Gambar 4. Denah pengambilan sampel

3.5 Metode Analisi Logam Berat

3.5.1 Analisis Sampel Cair (Inswiasri, 1995)

1. Air diambil sebanyak 25ml
2. Dimasukkan air sampel kedalam beaker glass 100ml dan ditambahkan 5ml HNO₃.
3. Dipanaskan diatas hotplate dalam lemari asam
4. Dipindahkan ke dalam labu ukur 50ml.
5. Ukur sampel dengan AAS
6. Catat absorbansinya.

3.5.2 Analisis Sampel

a) Proses Detruksi Sampel

Proses detruksi sampel pada kerang dan sedimen pada penelitian ini adalah dengan cara mencuci sampel kerang yang telah dikumpulkan secara acak dengan tujuan 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 kedalam *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).

b) Analisis Cd total pada air

Pengukuran kadar logam berat Cd pada air laut dilakukan oleh Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom. Berikut ini adalah prosedur pengukurannya:

1. Diambil air sampel dengan pipet volume 50 ml, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 ml.

2. Menambahkan 5 ml aquaregia, dipanaskan di atas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml HNO_3 2,5 N, dipanaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukur 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, diaduk sampai homogeny.
5. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu Katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya : jika ingin menentukan kadar logam Hg maka menggunakan lampu Hg, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang berbeda).

c) Analisis Cd total pada Sedimen

Pengukuran kadar logam berat Cd pada sedimen dilakukan dengan prosedur sebagai berikut ini:

1. Menimbang 2 gram sampel kering kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan kedalam temur dan dipanaskan pada suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ selama ± 2 jam sehingga menjadi abu.
3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan aquaregia ($\text{HCl};\text{HNO}_3$), setelah itu memanaskan diatas kompor listrik sampai kering dan mendinginkannya kembali.
4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali diatas kompor listrik perlahan-lahan ± 5 menit sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengaduk sampai homogeny.
6. Membaca sampel dengan menggunakan AAS memakai lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya (misalnya : jika ingin menentukan kadar logam Hg maka menggunakan lampu yang berbeda).

3.6 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisa regresi korelasi sederhana dengan model regresi linier sederhana pada software SPSS versi 16.0. 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 variabel terikat dengan variabel bebas. Model regresi ini digunakan untuk mengetahui hubungan kandungan logam berat Cd pada tubuh kerang Darah yang merupakan variabel terikat (Y) terhadap kadar logam berat Cd 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 Cd pada tubuh kerang Darah)
- a : Intersep atau perpotongan dengan sumbu tegak (y)
- b : Kemiringan atau gradien variabel bebas
- X : variabel bebas (kadar logam berat Cd di air dan sedimen)

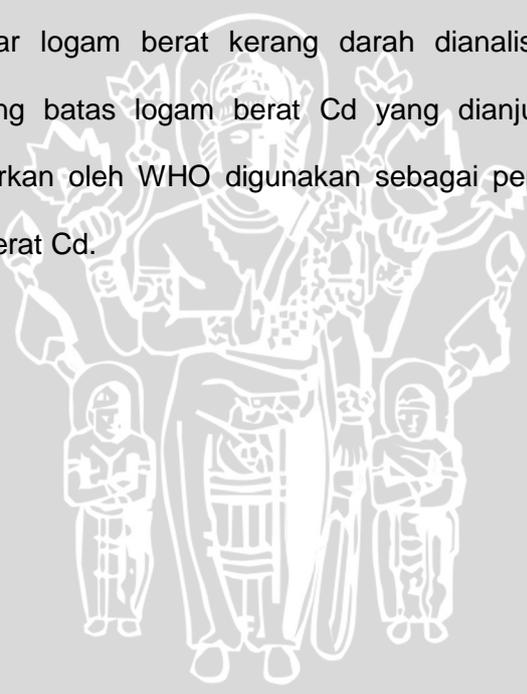
Untuk melihat kondisi pencemaran logam berat di pantai Paciran kabupaten Lamongan, Hasil analisis logam berat dibandingkan dengan Kriteria Baku Mutu Air

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 2:

Tabel 2. Kriteria baku mutu air laut, sedimen dan biota laut (ppm)

Logam Berat Untuk Air Laut	Kepmen LH No 51 2004
Cadmium (Cd)	0,01 ppm
Logam Berat Sedimen	RNO (<i>Reseau National d'Observation</i>)
Cadmium (Cd)	0,1- 2,0 ppm
Logam Berat Biota Laut	WHO
Cadmium (Cd)	0,5 ppm

Hasil data kadar logam berat kerang darah dianalisis dengan analisis deskriptif. Nilai ambang batas logam berat Cd yang dianjurkan oleh standart Indonesia yang dilaporkan oleh WHO digunakan sebagai pembandingan dari hasil analisis kadar logam berat Cd.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Secara geografis, Pantai Desa Kandang Semangkon, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa timur. Jarak dari kota Surabaya yaitu 74,2 km. Jarak dari jalan raya yaitu 500 meter, jarak dari pemukiman yaitu 100 meter untuk lebih jelasnya bisa dilihat peta Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur pada Lampiran 7. Batas-batas wilayah Desa Kandang Semangkon adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Selatan : Desa Dadapan Kecamatan Solokuro
- Sebelah Barat : Desa Blimbing
- Sebelah Timur : Desa Tunggul

Pantai Kandang Semangkon merupakan salah satu Pantai di Kabupaten Lamongan yang mempunyai hutan mangrove sepanjang 1,3 km dari ujung Barat sampai ujung Timur. Berdasarkan keadaan topografinya, Pantai Kandang Semangkon berada pada 50 sampai dengan 100 meter dari pemukiman. Iklim daerah tersebut dipengaruhi oleh musim penghujan dan musim kemarau dengan suhu maksimum atau minimum berkisar dari 20⁰C-35⁰C dan dengan curah hujan 28-30 mm/tahun. Pantai Kandang Semangkon merupakan daerah di Pantai Utara Jawa. Orbitasi atau jarak dari pusat pemerintahan Desa Kandang Semangkon dengan pusat pemerintahan Kecamatan Paciran sejauh 3 km. Dari Ibukota Propinsi Jawa Timur sejauh 250 km (Monografi Desa Penanjan,2013).

4.1.1 Stasiun Pengamatan I

Stasiun pengamatan 1 merupakan daerah Pantai yang berdekatan dengan area Mangrove dan area pemukiman warga Kandang Semangkon. Pantai tersebut memiliki topografi yang landai sehingga merupakan habitat yang tepat bagi Kerang Darah. Jarak pantai dengan pemukiman warga sekitar 50-100 meter dimana berada area Mangrove diantara kedua wilayah tersebut. Pada Stasiun 1 memiliki substrat lumpur liat berpasir dan gelombang laut yang tidak terlalu besar. Penentuan stasiun 1 pada pengamatan tersebut dipilih sebagai pengambilan sampel Kerang Darah karena merupakan habitat yang cocok bagi kerang Darah dan ditemukan banyak kerang Darah di wilayah tersebut. Sumber dari pencemaran logam berat Cd adalah dari buangan limbah tambak dan sampah masyarakat Kandang Semangkon. Limbah tersebut masuk ke perairan pantai melalui selokan yang ada di pemukiman dan area tambak yang kemudian bermuara di laut. Limbah tersebut diperkirakan akan mencemari air laut dan kandungan logam berat Cd semakin lama mengendap di dasar perairan pantai yang merupakan habitat dari kerang Darah. Lokasi stasiun pengamatan 1 di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Stasiun Pengamatan 1

4.1.2 Stasiun Pengamatan II

Stasiun pengamatan 2 merupakan daerah Pantai yang berdekatan dengan area Pelabuhan Kapal penangkapan Ikan warga Kandang Semangkon. Pantai tersebut memiliki topografi yang landai sehingga merupakan habitat yang tepat bagi Kerang Darah. Jarak Pantai dengan pemukiman warga sekitar 100 meter terdapat beberapa Kapal yang bersandar di wilayah tersebut. Pada Stasiun 2 memiliki substrat lumpur berpasir dan gelombang laut yang tidak terlalu besar. Penentuan stasiun 2 pada pengamatan tersebut dipilih sebagai pengambilan sampel Kerang Darah karena merupakan habitat yang cocok bagi kerang Darah dan ditemukan banyak kerang Darah di wilayah tersebut. Sumber dari pencemaran logam berat Cd ini adalah dari bahan bakar kapal penangkapan Ikan yang bersandar di pantai Kandang Semangkon. Limbah tersebut masuk ke perairan pantai salah satunya melalui tumpahan bahan bakar kapal yang langsung masuk ke perairan. Limbah tersebut diperkirakan akan mencemari air laut dan kandungan logam berat Cd semakin lama mengendap di dasar perairan pantai yang merupakan habitat dari kerang Darah. Lokasi stasiun pengamatan 2 di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Stasiun Pengamatan 2

4.1.3 Stasiun Pengamatan III

Stasiun pengamatan 3 merupakan daerah Pantai yang berdekatan dengan area Pabrik pengalengan Ikan. Pantai tersebut memiliki topografi yang landai sehingga merupakan habitat yang tepat bagi Kerang Darah. Jarak pantai dengan pemukiman warga sekitar 100 meter. Pada Stasiun 3 memiliki substrat lumpur berpasir dan gelombang laut yang tidak terlalu besar. Penentuan stasiun 3 pada pengamatan tersebut dipilih sebagai pengambilan sampel Kerang Darah karena merupakan habitat yang cocok bagi kerang Darah dan ditemukan banyak kerang Darah di wilayah tersebut. Sumber dari pencemaran logam berat Cd ini adalah dari buangan limbah Pabrik pengalengan . Limbah tersebut masuk ke perairan pantai melalui selokan yang ada di Belakang Pabrik kemudian bermuara langsung di laut. Limbah tersebut diperkirakan akan mencemari air laut dan kandungan logam berat Cd semakin lama mengendap di dasar perairan pantai yang merupakan habitat dari kerang Darah. Lokasi stasiun pengamatan 3 di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada Gambar 7.



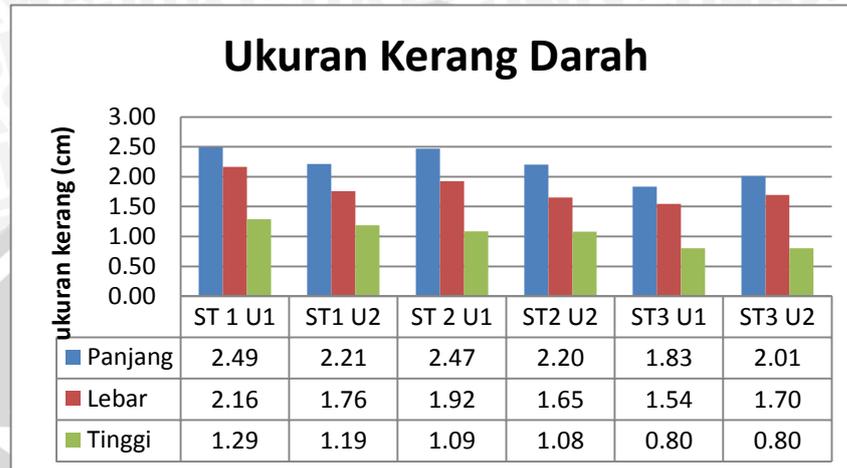
Gambar 7. Stasiun Pengamatan 3

4.2 Sebaran Ukuran Sampel Kerang Darah (*Annadara granossa*)

Sebaran ukuran sampel yang diperoleh pada waktu penelitian di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan yaitu dengan cara mengukur panjang, lebar kerang Darah dengan memakai jangka sorong serta dihitung rata-rata ukuran kerang Darah sebanyak 2 kali pengulangan pada tiap-tiap stasiun penelitian.

Ukuran rata-rata sampel kerang Darah yang diperoleh pada tiap stasiun berbeda-beda mulai dari ukuran terkecil sampai ukuran terbesar. Hasil pengukuran sampel kerang Darah tersebut, diperoleh dari pengambilan sampel pada tiap-tiap stasiun.

Rata-rata ukuran sampel kerang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Rata-rata Ukuran Kerang Darah (*Annadara granossa*) pada Masing-masing Stasiun

Pada stasiun 1, panjang *Annadara granossa* berkisar antara 2,21 cm – 2,49 cm, lebar *Annadara granossa* berkisar antara 1,76 cm – 2,16 cm dan tinggi *Annadara granossa* berkisar antara 1,19 cm – 1,29 cm. Pada stasiun 2, panjang *Annadara granossa* berkisar antara 1,19 cm – 1,29 cm. Pada stasiun 2, panjang *Annadara granossa* berkisar antara 2,20 cm – 2,47 cm, lebar *Annadara granossa* berkisar antara 1,65 cm – 1,92 cm dan tinggi *Annadara granossa* berkisar antara 1,08 cm – 1,09 cm. Sedangkan pada stasiun 3, panjang *Annadara granossa* berkisar antara 1,83 cm – 2,01 cm, lebar *Annadara granossa* berkisar antara 1,54 cm – 1,70 cm dan tinggi *Annadara granossa* berkisar antara 0,80 cm – 0,80 cm. Sebaran ukuran sampel kerang Darah (*Annadara granossa*) bisa dilihat pada lampiran 6.

Ukuran kerang Darah (*Annadara granossa*) yang diperoleh pada tiap-tiap stasiun penelitian sangat bervariasi. Ukuran tersebut dapat mempengaruhi jumlah kandungan logam berat yang terdapat pada kerang Darah (*Annadara granossa*). Berdasarkan hasil pengukuran sampel kerang Darah (*Annadara granossa*) diatas

dapat diketahui bahwa rata-rata ukuran kerang Darah (*Annadara granossa*) terbesar terdapat pada stasiun 1 dengan panjang rata-rata sebesar 2,49 cm, lebar rata-rata sebesar 2,16 cm dan tinggi rata-rata sebesar 1,29 cm. Sedangkan ukuran rata-rata kerang Darah (*Annadara granossa*) terkecil terdapat pada stasiun 3 dengan panjang rata-rata sebesar 1,83 cm, lebar rata-rata sebesar 1,54 cm dan tinggi rata-rata sebesar 0,80 cm.

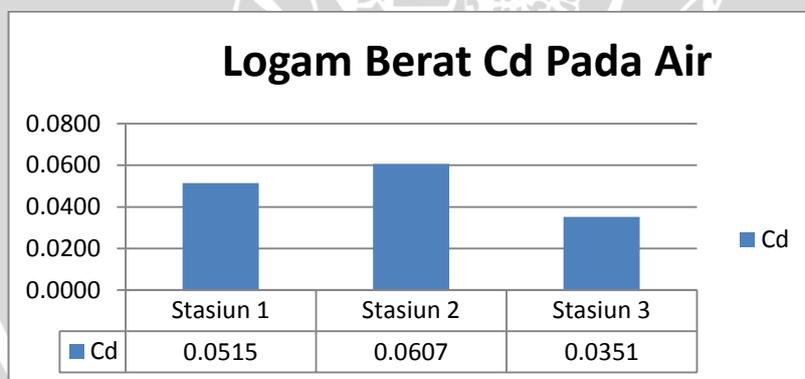
Ukuran kerang akan mempengaruhi kadar logam berat pada kerang tersebut. Selain ukuran, umur kerang juga sangat berpengaruh terhadap daya akumulasi logam berat yang ada di lingkungannya. Diduga semakin besar ukuran kerang (tua), semakin banyak kerang tersebut menyerap logam berat. Syntia (2015) mengatakan Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Kandungan kadmium (Cd) dalam daging kerang darah berukuran kecil memiliki perbedaan dengan kerang darah yang memiliki ukuran besar. Tingginya kandungan kadmium (Cd) dapat disebabkan oleh banyak sumber logam Cd yang bersumber dari bebatuan dan tanah ke dalam perairan yang selanjutnya mengendap ke dasar.

Logam berat yang terlarut maupun berada di sedimen dapat masuk ke jaringan tubuh Kerang Darah, dan akibat adanya depurasi terhadap Kerang Darah menyebabkan logam berat yang belum terakumulasi kedalam tubuh ini, kemudian tereliminasi dan terlarut kembali ke dalam kolom air. Umur Kerang Darah juga mempengaruhi rendahnya konsentrasi logam berat yang ada di dalam tubuh Kerang Darah, dimana semakin besar ukuran Kerang Darah maka kandungan logam berat akan menurun (Rudianti, 2009).

4.3 Hasil Analisis Logam Berat

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 Mangrove dan pemukiman warga Kandang Semangkon. Stasiun 2 merupakan Pantai yang terdapat pelabuhan penangkapan ikan. Stasiun 3 merupakan Pantai yang berada di dekat Pabrik pengalengan ikan. Analisis logam berat Cd dilaksanakan di Laboratorium Fisika Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, Malang. Berdasarkan hasil analisis logam berat pada perairan di Pantai Kandang Semangkon, dapat diketahui bahwa perairan di Pantai Kandang Semangkon ini mengandung logam berat Cd dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap stasiun penelitian. Hasil pengukuran kandungan logam berat pada perairan Pantai Kandang Semangkon, dilihat pada lampiran 4. Perbandingan logam berat Cd dari ketiga stasiun dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Grafik Rata-Rata Kandungan Logam Berat Cd dalam Air

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat dari ketiga stasiun, logam berat Cd pada stasiun 2 memiliki kadar tertinggi kemudian disusul dengan stasiun 1 dan Stasiun 3 dengan kadar terendah. Pada gambar 9 diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan logam berat Cd pada masing-masing stasiun. Pada stasiun 1 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,0515

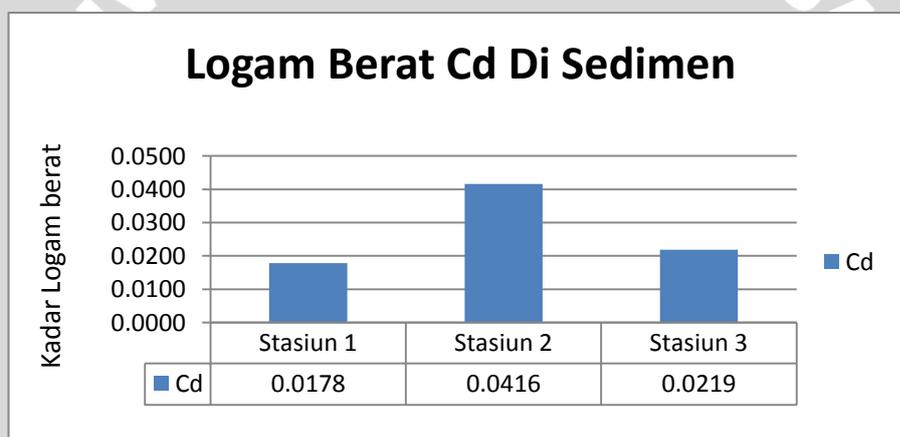
mg/l. Pada stasiun 2 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,0607 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,0351 mg/l.

Dari semua stasiun pengamatan, diketahui bahwa kadar logam berat Cd pada perairan pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan di tiga stasiun berkisar antara 0,0351 – 0,0607 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb di perairan pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan 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. Begitu pula jika dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, nilai ambang batas Cd untuk kepentingan biota laut tidak boleh lebih dari 0,01 mg/l. Pada kegiatan pertambangan biasanya kadmium ditemukan dalam bijih mineral diantaranya adalah sulfida green ockite (=xanthochroite), karbonat otative, dan oksida kadmium. Mineral-mineral ini terbentuk berasosiasi dengan bijih sfalerit dan oksidanya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan lumpur elektrolit (Herman, 2006). Logam kadmium (Cd) mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam. Berdasarkan sifat-sifat fisiknya, kadmium (Cd) merupakan logam yang lunak dapat dibentuk, berwarna putih seperti putih perak. Logam ini akan kehilangan kilapnya bila berada dalam udara yang basah atau lembab serta cepat akan mengalami kerusakan bila dikenai uap amoniak (NH₃) dan sulfur hidroksida (SO₂) (Palar, 2004).

4.3.2 Hasil Analisis Logam Berat di Sedimen

Pengambilan sampel logam berat pada sedimen dilakukan pada 3 stasiun penelitian dengan dua kali ulangan, stasiun 1 merupakan Pantai yang berada dekat area Mangrove dan pemukiman warga Kandang Semangkon. Stasiun 2 merupakan Pantai yang terdapat pelabuhan penangkapan ikan. Stasiun 3 merupakan Pantai

yang berada di dekat Pabrik pengalengan ikan. Analisis logam berat Cd dilaksanakan di Laboratorium Fisika Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, Malang. Berdasarkan hasil analisis logam berat pada sedimen di Pantai Kandang Semangkon, dapat diketahui bahwa perairan di Pantai Kandang Semangkon ini memiliki kandungan logam berat Cd dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap stasiun penelitian. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran kandungan logam berat Cd pada sedimen Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada lampiran 5. Perbandingan logam berat Cd dari ketiga stasiun dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Grafik Rata-Rata Kandungan Logam Berat Cd dalam sedimen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat dari ketiga stasiun, logam berat Cd pada stasiun 2 memiliki kadar tertinggi kemudian disusul dengan stasiun 1 dan stasiun 3 dengan kadar terendah. Pada gambar 10 diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan logam Cd berat pada masing-masing stasiun. Pada stasiun 1 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0.0178 mg/l. Pada stasiun 2 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,0416 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,0219 mg/l.

Dari semua stasiun pengamatan, diketahui bahwa kadar logam berat Cd pada sedimen Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan di tiga stasiun

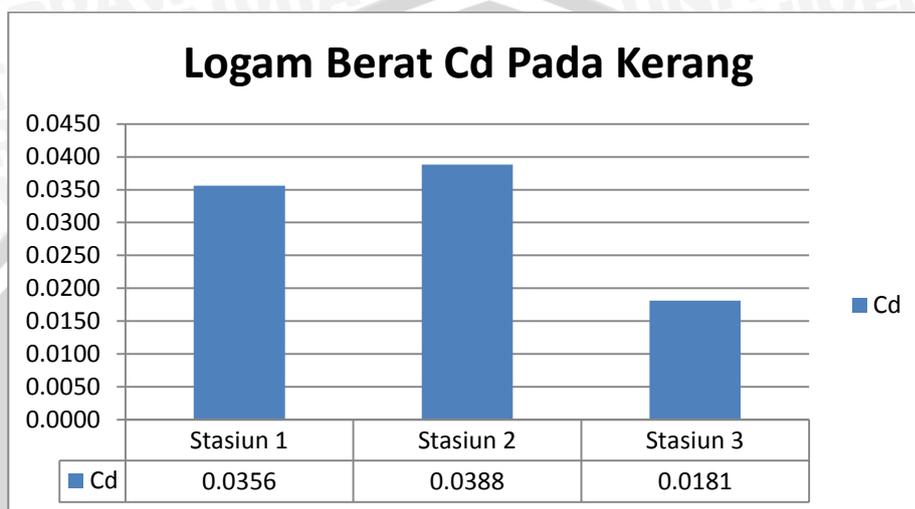
berkisar antara 0,0178 – 0,0416 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Cd di sedimen pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan sudah tercemar dan mampu mengganggu kehidupan organisme dan juga telah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,01 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 0,01ppm.

Menurut Afiati (2005) dalam Rudiyaniti, kandungan logam berat dalam sedimen tinggi karena dihasilkan dari pengikatan beberapa komponen senyawa, seperti pertikel organik, ZnO₃, MnO₂ 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 Darah (*Annadara granossa*)

Pengambilan sampel logam berat pada Kerang Darah dilakukan pada 3 stasiun penelitian dengan dua kali ulangan, stasiun 1 merupakan Pantai yang berada dekat area Mangrove dan pemukiman warga Kandang Semangkon. Stasiun 2 merupakan Pantai yang terdapat pelabuhan penangkapan ikan. Stasiun 3 merupakan Pantai yang berada di dekat Pabrik pengalengan ikan. Analisis logam berat Cd dilaksanakan di Laboratorium Fisika Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang, Malang. Berdasarkan hasil analisis logam berat pada kerang Darah di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dapat diketahui bahwa kerang Darah di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan mengandung logam berat Cd dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap stasiun

penelitian. Untuk lebih jelasnya hasil pengukuran kandungan logam berat pada kerang Darah di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dapat dilihat pada lampiran 6. Perbandingan logam berat Cd dari ketiga stasiun dapat dilihat pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11. Grafik Rata-Rata Kandungan Logam Berat Cd dalam kerang

Hasil peneitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar logam berat dari ketiga stasiun, logam berat Cd pada stasiun 2 memiliki kadar tertinggi kemudian disusul dengan stasiun 1 dan stasiun 3 dengan kadar terendah. Pada gambar 11 diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan logam Cd berat pada masing-masing stasiun. Pada stasiun 1 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,3838 mg/l. Pada stasiun 2 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,3826 mg/l. Sedangkan pada stasiun 3 kandungan rata-rata logam berat Cd yaitu 0,2453 mg/l.

Hasil dari semua stasiun pengamatan, diketahui bahwa kadar logam berat Cd pada kerang di perairan pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan di tiga stasiun berkisar antara 0,2453 – 0,3838 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kadar logam berat Cd pada kerang Darah di perairan pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan tercemar (tidak layak dikonsumsi) oleh masyarakat dan juga telah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah

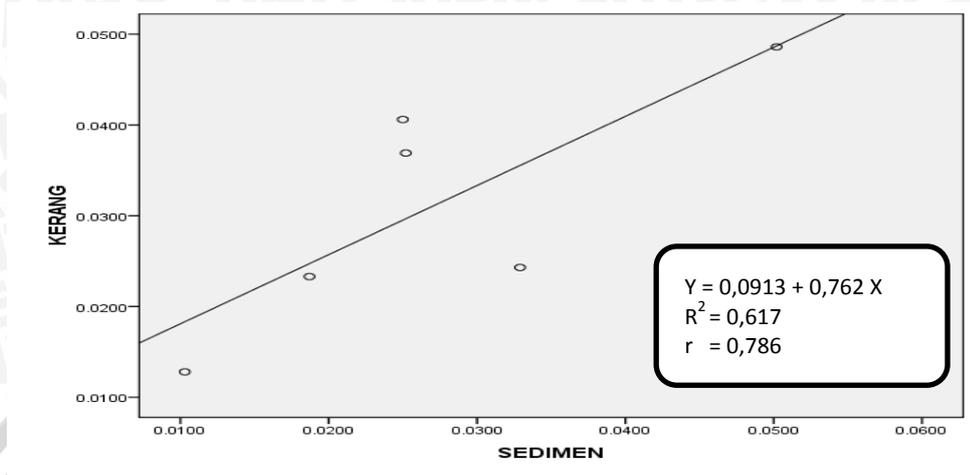
No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 0,03 mg/l. Begitu pula jika dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, nilai ambang batas Pb pada biota laut tidak boleh lebih dari 0,005 mg/l.

Menurut Suprpti (2008), ukuran kerang Darah berukuran besar memiliki konsentrasi logam berat lebih tinggi dibanding dengan kerang Darah berukuran kecil. Menurut Palar (1994), 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.

4.4 Analisis Hubungan Logam Berat Cd Pada Sedimen Dengan Logam Berat Cd Pada Kerang Darah (*Annadara granossa*)

Hasil analisis regresi linier sederhana antara Cd pada sedimen (X) dengan kerang Darah (*Annadara granossa*) (Y) mempunyai koefisien korelasi (r) sebesar 0,786 lihat pada lampiran 5 yang menandakan hubungan variabel X (sedimen) pada Y (kerang Darah) mempunyai korelasi yang sangat kuat. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,617 yang artinya kontribusi variabel X (sedimen) mempengaruhi variabel Y (kerang Darah) sebesar 0,617. Kandungan logam berat Cd pada sedimen yang meningkat juga dapat meningkatkan kandungan Cd pada kerang Darah (*Annadara granossa*). Kandungan Cd pada sedimen juga berbahaya jika tidak diperhatikan karena habitat dari kerang Darah (*Annadara granossa*) di dasar perairan dan secara otomatis kerang Darah mendapatkan makanan dengan cara menyaring makanan yang ada di substrat atau sedimen tersebut. Grafik

hubungan antara logam berat Cd pada sedimen dan logam berat Cd pada kerang Darah tersaji pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Hubungan Logam Berat Cd Pada Sedimen Dengan Logam Berat Cd Pada Kerang Darah (*Annadara granossa*)

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 mengonsusinya (Purnawan *et al.*, 2013).

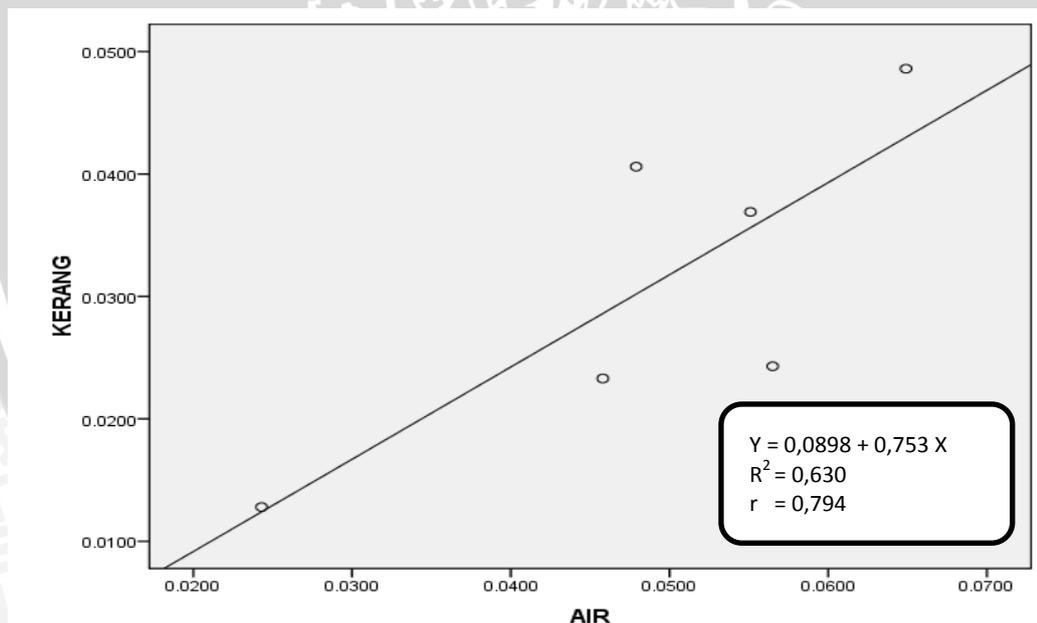
Tingginya kandungan logam berat pada sedimen erat hubungannya dengan sifat logam berat yang mudah terikat oleh bahan-bahan organik yang ada pada sedimen (Connel & Miller, 1995 dalam Santoso, 2005). Senyawa Cd yang terdapat di dalam sedimen merupakan adanya aktivitas bakteri yang ada dalam sedimen tersebut, sehingga senyawa Pb yang ada diubah menjadi Cd^{2+} .

Tingginya kandungan logam berat Cd di pantai Paciran kabupaten Lamongan menunjukkan bahwa Cd 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.

4.5 Analisis Hubungan Logam Berat Cd Pada Air Dengan Logam Berat Cd Pada Kerang Darah (*Annadara granossa*)

Hasil analisis regresi linier sederhana antara Cd pada air (X) dengan kerang Darah (*Annadara granossa*) (Y) mempunyai koefisien korelasi (r) sebesar 0,794 lihat pada lampiran 4 yang menandakan hubungan variabel X (sedimen) pada Y (kerang Darah) mempunyai korelasi yang sangat kuat. Koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,630 yang artinya kontribusi variabel X (sedimen) dan X (air) mempengaruhi variabel Y (kerang Darah) sebesar 0,630. Grafik hubungan antara logam berat Cd pada air dan logam berat Cd pada kerang Darah tersaji pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Hubungan Logam Berat Cd Di Air Dan Logam Berat Cd Di Kerang Darah (*Annadara granossa*)

Kandungan logam berat Cd pada air yang meningkat juga dapat meningkatkan kandungan Cd pada kerang Darah (*Annadara granossa*). Kandungan Cd pada air juga berbahaya jika tidak diperhatikan karena kerang

Darah memiliki sifat *suspensi feeder* yaitu mendapatkan makanan dengan cara menyaring suspensi masuk kedalam tubuhnya melalui mulut yang berupa bulu getar.

Kadmium (Cd) adalah suatu zat beracun yang tersebar luas di lingkungan dan mempunyai waktu paruh biologi yang panjang di dalam organ. Ginjal, Hati, Tulang, dan pernapasan dan sistem cardiovasculer adalah organ target yang utama untuk toksisitas Cd. Pengaruh akumulasi kadmium dalam B-Cd (blood cadmium) menunjukkan peningkatan Cd dalam darah / B-Cd pada umur (30, 45). Orang-orang yang lebih tua mempunyai Konsentrasi B-Cd lebih tinggi dari dibanding orang dewasa lebih muda. Konsentrasi B-Cd pada umumnya lebih rendah pada anak-anak dibanding orang dewasa, yakni $< 0.1-0.5 \mu\text{g/L}$ (Jarup, 2012). Menurut Palar (1994), polutan logam berat dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Efek toksik yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menyebabkan terputusnya mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya, keadaan tersebut dapat menghancurkan tatanan ekosistem perairan. Logam berat merkuri dan cadmium merupakan logam berat non esensial yang bersifat sangat toksik. Akumulasi logam berat tersebut dalam tubuh organisme termasuk manusia dapat menimbulkan keracunan, gangguan kesehatan sampai kematian.

4.6 Analisis Parameter Kualitas Air

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan parameter kualitas air baik secara fisika maupun kimia yang mendukung kehidupan kerang Darah yaitu suhu, pH,(DO) dan Salinitas. dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Data Analisis Kualitas Air

Parameter Kualias Air				
Stasiun	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Salinitas (ppt)
1	31	8	7,25	30
2	30	8	7,98	29
3	31	8	5,16	30
Standart	27 – 31	7 – 8,5	3	29 – 36
Baku Mutu	(Effendi, 2003)	(Effendi,2003)	((Effendi,2003)	(Effendi,2003)

4.6.1 Suhu

Pengukuran suhu di Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 WIB menggunakan thermometer. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai suhu pada masing-masing stasiun penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada stasiun 1 nilai suhu adalah 31 °C, pada stasiun 2 nilai suhu adalah 30 °C, sedangkan pada stasiun 3 nilai suhu adalah 31 °C.

Hasil dari pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa nilai suhu tertinggi didapat pada stasiun 1 dan 3 yaitu pada area mangrove dan belakang pabrik, sedangkan nilai suhu terendah didapat pada stasiun 2 yaitu pada area pelabuhan. Perbedaan suhu pada masing-masing stasiun 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.

Keberadaan logam di badan perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan di antaranya adalah suhu, pH, dan salinitas. Menurut Darmono (1995), menyatakan bahwa absorpsi logam berat oleh kerang paling efisien terjadi pada suhu 30 °C daripada 20 °C pada logam Hg dan Cd, sedangkan logam Pb hanya

sedikit naik. Suhu berpengaruh terhadap kelarutan merkuri di perairan. Naiknya suhu disuatu perairan akan menyebabkan penurunan konsentrasi Hg, karena senyawa Dimetil-Hg sangat mudah menguap ke udara dengan adanya proses fisika di udara seperti cahaya (pada reaksi fotolisa) sehingga akan terurai menjadi senyawa-senyawa metana, etana dan logam HgO (Palar, 1994).

4.6.2 Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH di pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 WIB menggunakan pH paper. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai pH pada masing-masing stasiun penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada stasiun 1 nilai pH adalah 8, pada stasiun 2 nilai pH adalah 8, sedangkan pada stasiun 3 nilai pH adalah 8.

Hasil pengukuran pH pada semua stasiun sama yaitu 8 dan 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) dalam Faisal (2010), 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 pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 WIB menggunakan metode titrasi. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai DO pada masing-masing stasiun penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada stasiun 1 nilai DO adalah 7,25 mg/l, pada stasiun 2 nilai DO adalah 7,98 mg/l, sedangkan pada stasiun 3 nilai DO adalah 5,16 mg/l.

Hasil dari pengukuran DO tersebut dapat diketahui bahwa nilai DO tertinggi didapat pada stasiun 2 yaitu pada area pelabuhan, sedangkan nilai DO terendah didapat pada Stasiun 3 yaitu pada area belakang pabrik. Nilai DO pada stasiun 3 tergolong rendah jika dibandingkan dengan stasiun 1 dan 2 hal ini dipengaruhi oleh buangan limbah pabrik pengalengan ikan yang langsung masuk ke perairan pantai sehingga DO yang ada di perairan digunakan untuk proses penguraian limbah tersebut.

Perbedaan DO pada masing-masing stasiun 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 Pantai Kandang Semangkon, Kabupaten Lamongan dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 WIB menggunakan Refraktometer. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air tersebut diketahui nilai salinitas pada masing-masing stasiun penelitian rentangnya tidak jauh berbeda, adapun pada stasiun 1 nilai salinitas adalah 30 ppt, pada stasiun 2 nilai salinitas berkisar adalah 29 ppt, sedangkan pada stasiun 3 nilai salinitas berkisar antara adalah 30 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.

Hasil dari pengukuran salinitas tersebut dapat diketahui bahwa nilai salinitas tertinggi didapat pada stasiun 1 dan 3 yaitu pada area mangrove dan belakang pabrik, sedangkan nilai salinitas terendah didapat pada stasiun 2 yaitu pada area pelabuhan. Perbedaan salinitas pada masing-masing stasiun 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) material 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 Cd di perairan pantai Kandang Semangkon menunjukkan bahwa rata-rata kandungan logam berat Cd tertinggi yaitu pada tubuh kerang Darah sebesar 0,3372 mg/l kemudian disusul dengan logam berat Cd yang ada di sedimen sebesar 0,2263 mg/l dan logam berat Cd terkecil yaitu pada perairan sebesar 0,1026 mg/l.
2. Hasil parameter kualitas air yang meliputi : pH, DO, salinitas dan suhu selama pengamatan masih dalam kisaran normal dan dapat ditolelir oleh biota perairan.
3. Hubungan logam berat Cd pada perairan dan sedimen dengan logam berat yang ada pada kerang Darah (*Annadara granossa*) mempunyai hubungan yang sangat kuat karena nilai koefisien korelasi sebesar 0,902 mg/l dan 0,833 mg/l. Kenaikan kandungan logam berat Cd yang ada di perairan dan sedimen akan diikuti dengan kenaikan kandungan logam berat Cd pada tubuh kerang Darah (*Annadara granossa*). Semakin tinggi kandungan logam berat Cd yang ada di perairan dan sedimen maka kandungan logam berat Cd yang ada pada tubuh kerang Darah juga tinggi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah Perlu dilakukannya penyuluhan tentang bahaya logam berat jika dikonsumsi oleh tubuh karena logam berat sukar terdegradasi dan mengendap dalam tubuh dan memberitahukan cara untuk mencegahnya atau mengurangi kandungan logam berat Cd nya, misalnya dengan cara merendam kerang terlebih dahulu dengan larutan asam asetat 25% selama 3 jam sebelum dicuci atau dimasak.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, J P., Chen, W. R., & Chi R. H. 1996. Biosorption of copper from aqueous solution by plant root tissues. *Journal of Ferment and Bioeng.* 81(5), 458-463.
- Connel, Des. W., Miller, Gregory, J. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran.* UI-Press. Jakarta.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam.* UI Press, Jakarta
- Dinar. 2010. *Kualitas Air dalam Budidaya Laut.* Diakses tanggal 08 September 2012 pukul 08.13 WIB.
- Fitriyah K. R., 2007. *Studi Pencemaran logam berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) Pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Bulu (Anadara antiquate) di Perairan Pantai Lekok Pasuruan.* Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri ; Malang.
- Galstoff, P. S. 1984. *The American Oyster Crasosstrea Virginica Gmelin.* Fish and Wildlife Service Bureau of Commercial Fisheries Vol.47. United States.
- Hakim, A. 2007. *Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Kijing Taiwan (Anodonta woodiana) sebagai Agen Pembersih di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.* IPB. Bogor.
- Herman, D.Z., 2006. "Tinjauan terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam". *Jurnal Geologi Indonesia* Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36.
- Hutabarat, S dan Evans. 2006. *Pengantar Oseanografi.* Jakarta. Universitas Indonesia.
- Hutagalung, H.P. 1984. *Logam Berat Dalam Lingkungan Laut.* *Pewarta Oseana* Volume IX No.1. Hlm: 45-59.
- Hutagalung, H.P 1984. *Mengenal AAS (Absorbansi atomic Spectrofotometer).* *Pawarta Oceana.* 3: pp 17-18 LON-LIPI. Jakarta
- Hutagalung, H.P. 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat.* dalam *Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya.* P30-LIPI. Jakarta. pp 45-59.
- Jarup. L., Berglund. M., Elinder. CG., Nordberg. G., Vahter. M, 2012. *Health Effects Of Cadmium Exposure -a Review Of The Literature And A Risk Estimate*

[Online] http://www.sjweh.fi/download.php?abstract_id=281&file_nro=1
[diakses 19 September 2012].

Manahan, Stanley E. 2000. Environmental Chemistry, Seventh Edition. Lewis Publisher. CRC Press Library of Congress Cataloging. New York.

Maslukah L. 2007. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) Terlarut, dalam Seston, dan dalam Sedimen di Estuari Banjir Kanal Barat, Semarang. Jurnal Sumberdaya Perairan. Volume 2. Edisi 1. ISSN 1978-1652.

Mokoagouw D. 2008. Indeks Keanekaragaman Biota Perairan Sebagai Indikator Biologis Pencemaran Logam Berat di Perairan Pantai Bitung, Sulawesi Utara. Ekoton. 8(2): 31-40. ISSN 1412-3487.

Monoarfa, W., 2002. Dampak Pembangunan Bagi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Pantai Losari, Makassar. Jurnal Sci & Tech. Vol 3 No. 3. Desember 2002: 37-44. Universitas Hasanuddin : Makassar.

Muhajir. 2009. Studi Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kerang Darah (Anndara granosa) dari Beberapa Pasar Kota Malang. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri; Malang.

Nontji A. 2007. Laut Nusantara. Edisi Revisi. Penerbit Gramedia, Jakarta.

Nurjanah, Zulhamsyah, dan Kustiyariyah. 2005. Kandungan Mineral dan Proksimat Kerang Darah (Annadara granosa) yang diambil dari Kabupaten Boalemo. Buletin Teknologi Hasil Perikanan Vol VIII Nomor 2. Gorontalo. Diakses pada tanggal 5 Juni 2013.

Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Alih Bahasa H.M. Eidman. Koesoebiono. D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo. PT. Gramedia Jakarta. 459 halaman.

Palar, H. 2008. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Jakarta : Rineka Cipta.

Putra S. E dan Putra J. A. 2005. Bioremoval Metode Alternatif untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat.

Rudiyanti, S. 2009. Bioakumulasi kerang Darah terhadap logam berat Cd yang terkandung dalam media.

Rumahlatu, D. 2012. Biomonitoring: Sebagai alat Asesment Kualitas Perairan Akibat Logam Berat Kadmium pada Invertebrata Perairan. Sainstis 1(1): 10-34.

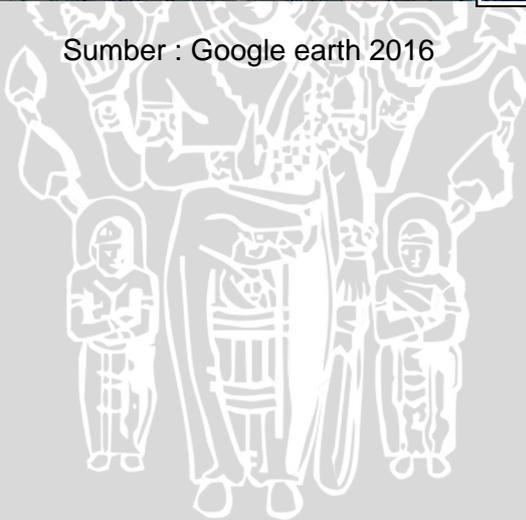
- Romimohtarto, K dan Juwana, S. 2009. Biologi Laut. Djambatan. Jakarta.
- S Elfinurfajri F., 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton Serta Ketertarikannya dengan Kualitas Perairan di Lingkungan Tanah Intensif. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Salmin, A. 2003. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk menentukan Kualitas Perairan. Oseana XXX (3) : 21-36.
- Sanusi, H, S.2006. Kimia Laut Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suprpti. 2008. Analisis kandungan logam berat Cd dan Hg dan struktur histologi insang pada kerang darah (*Annadara granosa*) di pantai bangil kabupaten Pasuruan. Tesis Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Uhlmann, D. 1979. Hydrology. A text for Engineer and Scientist. John Wiley and Sons Toronto. P.129.
- Umbara, H dan Susesno, H. 2006. Faktor Bioakumulasi ^{210}Pb oleh Kerang Darah (*Annadara granosa*). Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. BATAN. Diakses pada tanggal 10 Juni 2013 pukul 12.30 WIB
- Wardhana, W.A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Widowati, W., Astiana S., Raymond J, R,. 2008. Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Widyastuti R., Eko Y. H., Suntoyo. 2010. Pemodelan Pola Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia Menggunakan Data Satelit Altimetri Jason-1. Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Surabaya.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Sumber : Google earth 2016



Lampiran 2. Alat dan Bahan

PPROSEDUR	AALAT	BBAHAN
PPengukuran Kualitas Air - Suhu - Oksigen Terlarut - pH - Salinitas - Logam Berat - Arus	<ul style="list-style-type: none">• Thermometer Hg• Pipet Volume• Bola Hisap• Pipet Tetes• Botol Winkler• Kotak standart pH• Lampu Elektroda Pb• Timbangan Sartorius• Oven• Hot Plate• Beaker Glass• Labu Ukur• AAS	<ul style="list-style-type: none">• Air sampel• $MnSO_4$• H_2SO_4• $Na_2S_2O_3$• Amylum• $NaOH + KI$• pH paper• Tissue• <i>Corbicula javanica</i> ($HNO_3:HCl$) 1:1 sebanyak $\pm 10-15$ ml• Kertas saring• Aquades• Larutan standart
PPengambilan Organ	<ul style="list-style-type: none">• Sectio set• Cool box• Botol sampel	<ul style="list-style-type: none">• Formalin 10%• Llambung dan Insang kerang Darah

Lampiran 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	
Cd	AAS

Lampiran 4. Hubungan logam berat Cd pada air dengan logam berat Cd pada kerang Darah

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	AIR ^a		. Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: KERANG

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.794 ^a	.630	.537	.0089823

a. Predictors: (Constant), AIR

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.001	1	.001	6.809	.059 ^a
	Residual	.000	4	.000		
	Total	.001	5			

a. Predictors: (Constant), AIR

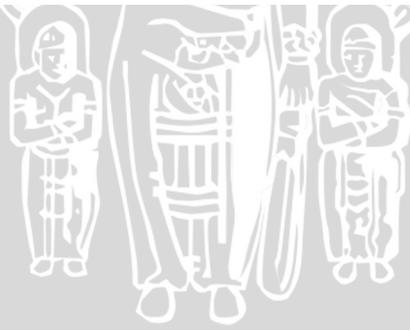
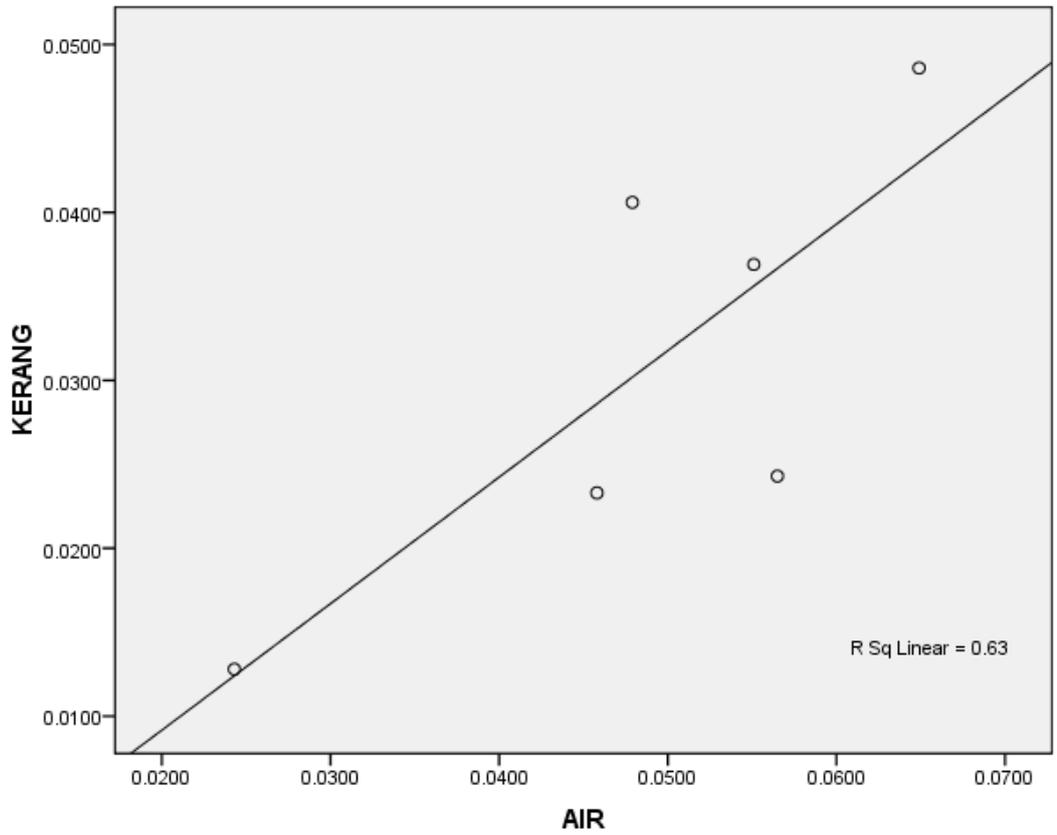
b. Dependent Variable: KERANG

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-.006	.015		-.403	.708
	AIR	.753	.289	.794	2.609	.059

a. Dependent Variable: KERANG

Graph



Lampiran 5. Hubungan logam berat Cd pada sedimen dengan logam berat Cd pada kerang Darah

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	SEDIMEN ^a		.Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: KERANG

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.786 ^a	.617	.522	.0091354

a. Predictors: (Constant), SEDIMEN

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.001	1	.001	6.450	.064 ^a
	Residual	.000	4	.000		
	Total	.001	5			

a. Predictors: (Constant), SEDIMEN

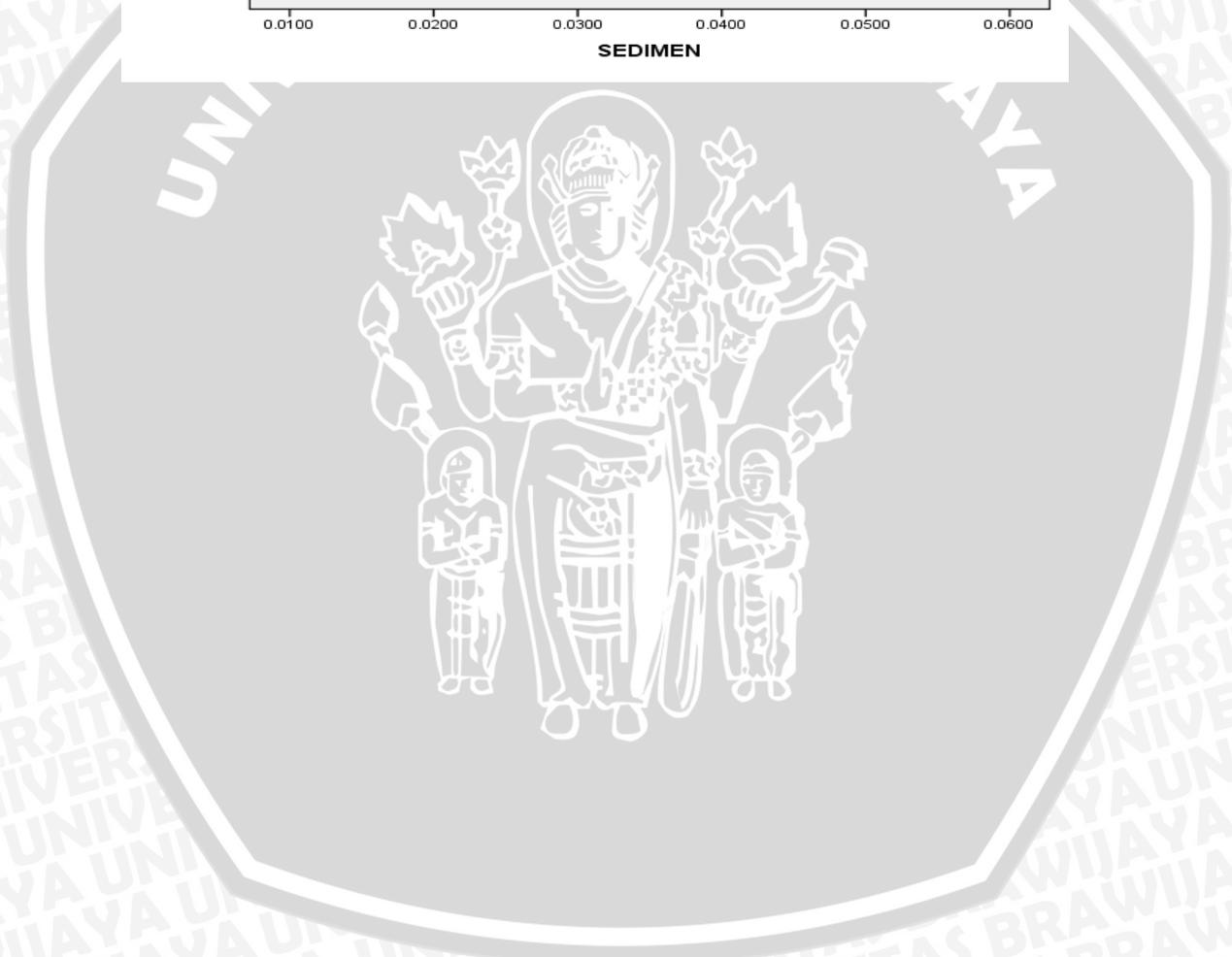
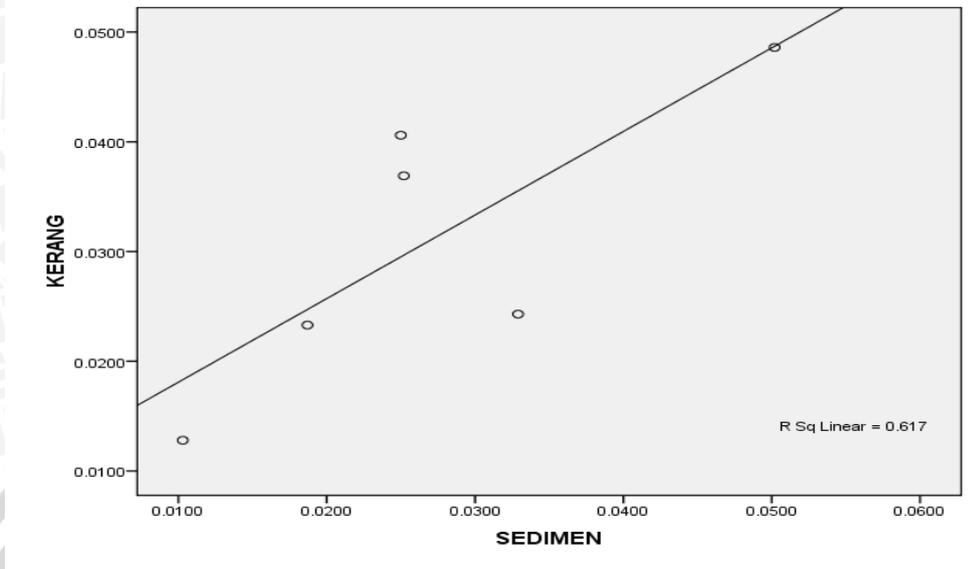
b. Dependent Variable: KERANG

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.010	.009		1.174	.305
	SEDIMEN	.762	.300	.786	2.540	.064

a. Dependent Variable: KERANG

Graph



Lampiran 6. Ukuran kerang Darah (*Annadara granossa*)

ULANGAN 1

NO	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	P	I	T	P	I	t	p	I	T
1	3,02	2,61	1,65	2,85	2,24	1,13	2,02	1,93	1,13
2	2,51	2,24	1,24	2,02	1,63	1,02	1,52	1,39	0,63
3	2,63	2,02	1,18	2,7	1,7	1,07	2,02	1,39	0,8
4	2,67	2,13	1,3	2,73	1,68	1,07	2	1,43	0,82
5	2,52	2,13	1,4	2,56	1,5	1,09	1,9	1,5	0,7
6	2,41	2,24	1,78	2,7	2,2	1,1	1,92	1,6	0,6
7	2,56	2,22	1,61	2,8	2,23	1,12	1,72	1,5	1,11
8	2,41	2,13	1,41	2,74	2,24	1,02	1,87	1,52	1,1
9	2,56	2,01	1,41	2,7	2,2	1,1	1,85	1,53	0,7
10	2,41	2,37	1,17	2,36	1,9	1,09	1,72	1,5	0,72
11	2,46	2,02	1,13	2,19	1,69	1,06	1,91	1,49	0,75
12	2,41	2,11	1,24	2,16	1,63	1,07	1,91	1,39	1,09
13	2,39	1,91	1,24	2,32	1,74	1,12	1,82	1,6	1,07
14	2,34	1,85	1,33	2,4	2,24	1,11	1,7	1,52	0,7
15	2,56	2,02	1,3	2,55	2,06	1,1	1,89	1,49	0,65
16	1,78	1,41	0,95	2,6	2,07	1,09	1,8	1,49	0,63
17	2,20	2,55	1,02	2,75	2,17	1,08	1,71	1,62	1,1
18	2,63	2,53	1,15	2,84	2,14	1,07	1,92	1,7	0,9
19	1,92	2,48	1,4	2,83	2,16	1,1	1,92	1,6	0,87
20	3,02	2,37	1,43	2,71	1,97	1,12	1,89	1,73	0,56
21	2,51	2,29	1,22	2,5	1,96	1,12	1,87	1,7	0,58
22	2,28	1,63	1,24	2,44	1,7	1,03	1,9	1,69	0,6
23	2,93	1,90	1,56	2,3	1,63	1,04	1,92	1,7	0,63
24	2,04	2,02	1,58	2,32	1,89	1,05	1,91	1,8	0,62

25	2,71	2,14	1,32	2,27	1,9	1,11	1,9	1,01	0,53
26	2,80	2,41	1,3	2,3	2,02	1,06	1,6	1,02	0,8
27	2,74	2,63	1,05	2,2	1,72	1,07	1,92	1,8	0,79
28	2,75	2,61	1,07	2,09	1,7	1,13	1,7	1,67	0,8
29	2,32	1,98	0,96	2,1	1,89	1,12	1,6	1,5	1,09
30	2,29	1,93	1,03	2,13	1,9	1,12	1,62	1,52	1,07

ULANGAN 2

NO	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	p	l	T	P	l	t	p	l	T
1	2,41	1,96	1,41	2,41	1,81	1,13	2,17	1,91	1,02
2	1,91	1,63	0,91	1,95	1,5	1,02	1,52	1,31	0,63
3	2,4	1,8	1,4	2,39	1,8	1,12	2,16	1,8	1
4	2,2	1,87	0,9	2,3	1,79	1,1	2,15	1,36	0,98
5	2,19	1,66	0,95	2,35	1,7	1,09	2,12	1,91	0,93
6	2,21	1,7	0,92	2,34	1,77	1,07	1,52	1,82	0,92
7	2,32	1,73	0,91	2,33	1,7	1,03	1,6	1,32	0,65
8	2,4	1,8	1,22	2,29	1,69	1,05	2,16	1,83	0,7
9	1,98	1,6	1,25	2,1	1,5	1,1	2,09	1,9	0,82
10	2,05	1,63	1,38	2,15	1,53	1,12	2,1	1,87	0,7
11	2,38	1,96	0,92	2,3	1,52	1,13	2,15	1,76	0,71
12	2,27	1,72	0,91	2,16	1,63	1,02	2,13	1,75	0,65
13	1,98	1,9	1,19	2,19	1,67	1,07	2,11	1,77	0,63
14	1,93	1,8	1,17	1,98	1,77	1,09	2,12	1,78	0,82
15	2,3	1,6	0,98	1,95	1,79	1,05	2,1	1,79	0,85
16	2,32	1,66	0,92	2,02	1,63	1,1	2,09	1,3	0,96
17	1,98	1,86	1,12	2,15	1,65	1,12	2,07	1,89	0,97
18	2,2	1,7	1,17	2,18	1,6	1,03	2,02	1,87	0,82



19	2,18	1,8	1,2	2,25	1,55	1,08	2,1	1,86	0,68
20	1,96	1,6	1,3	2,27	1,56	1,08	2,09	1,63	0,72
21	2,29	1,97	1,45	2,2	1,58	1,09	1,8	1,62	0,73
22	2,3	1,81	1,39	2,22	1,63	1,1	1,89	1,53	0,62
23	2,38	1,85	1,32	1,95	1,7	1,11	1,9	1,49	0,8
24	2,19	1,68	1,26	2	1,89	1,11	1,92	1,43	0,92
25	2,17	1,7	1,35	2,35	1,5	1,03	1,93	1,39	0,83
26	2,3	1,8	1,42	2,4	1,52	1,08	1,92	1,86	0,82
27	2,35	1,95	1,4	2,25	1,67	1,07	2,02	1,88	0,76
28	2,27	1,5	1,23	2,15	1,68	1,1	2,17	1,83	0,7
29	2,3	1,8	1,34	2,25	1,62	1,08	2,08	1,7	0,82
30	2,29	1,76	1,4	2,27	1,6	1,07	2,12	1,89	0,85



Lampiran 7. Peta Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan Jawa Timur



skala 1: 1527,10

-  LAUT JAWA
-  KECAMATAN PACIRAN
-  LUAR KECAMATAN PACIRAN



Sumber : Google earth 2016

