

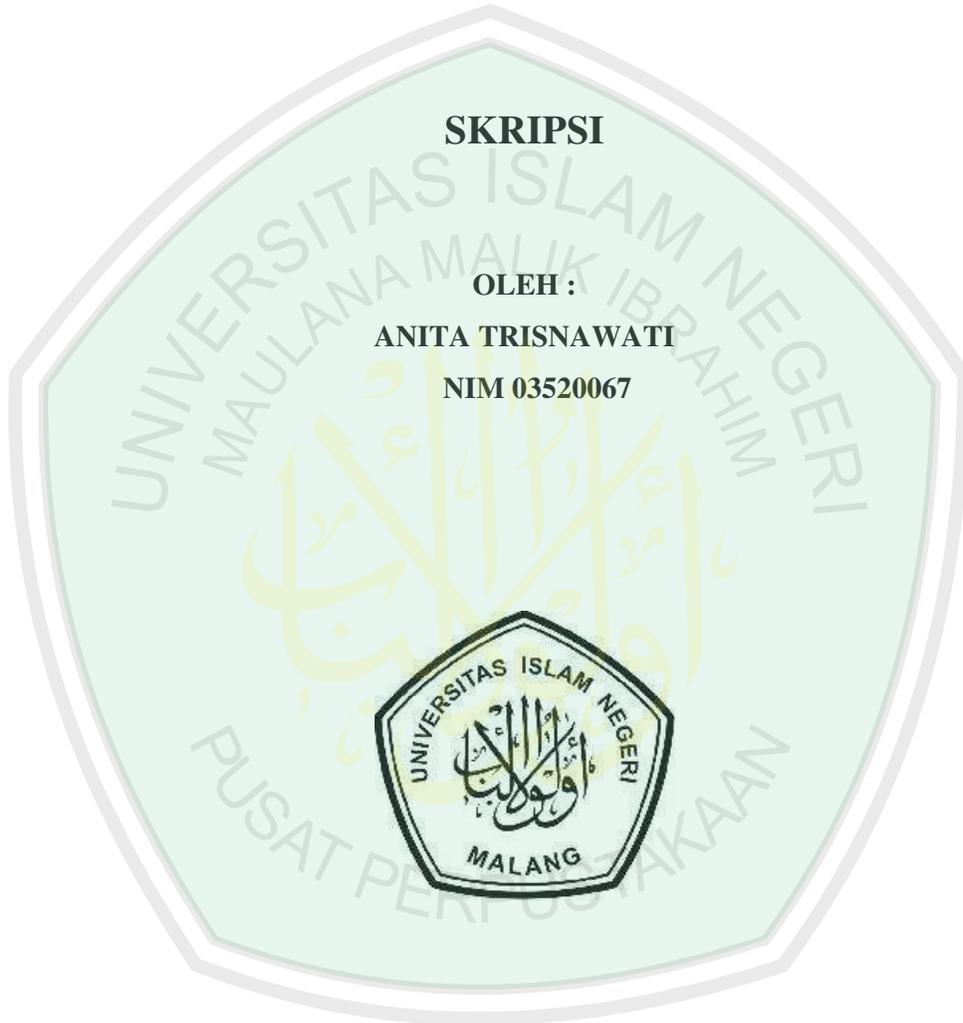
**STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT
CADMIUM (Cd) PADA KERANG HIJAU (*Mytilus viridus*)
DI PERAIRAN KAWASAN PANTAI KENJERAN SURABAYA**

SKRIPSI

OLEH :

ANITA TRISNAWATI

NIM 03520067



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MALANG
2008**

**STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT
CADMIUM (Cd) PADA KERANG HIJAU (*Mytilus viridus*)
Di PERAIRAN KAWASAN PANTAI KENJERAN SURABAYA**

SKRIPSI

Diajukan Kepada :

Universitas Islam Negeri Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S. Si)

Oleh :

ANITA TRISNAWATI
NIM 03520067

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)MALANG**

2008

**STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT
CADMIUM (Cd) PADA KERANG HIJAU (*Mytilus viridus*)
Di PERAIRAN KAWASAN PANTAI KENJERAN SURABAYA**

SKRIPSI

Oleh:

Anita Trisnawati
Nim. 03520067

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing Integrasi
Sains dan Islam

Drs. Eko Budi Minarno, M.Pd
NIP. 150 295 150

Ahmad Barizi, MA.
NIP. 150 283 991

Tanggal, Maret 2008

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP. 150 229 505

**STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT
CADMIUM (Cd) PADA KERANG HIJAU (*Mytilus viridus*)
Di PERAIRAN KAWASAN PANTAI KENJERAN SURABAYA**

SKRIPSI

Oleh:

**Anita Trisnawati
NIM 03520067**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji skripsi dan
dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si)

Malang, April 2008

Susunan Dewan Penguji:

Tanda Tangan

- | | | |
|------------------|--|-----|
| 1. Penguji Utama | : <u>Dra. Ulfah Utami M.Si</u>
NIP : 150 291 272 | () |
| 2. Ketua | : <u>Dra. Retno Susilawati M.Si</u>
NIP : 132 083 910 | () |
| 3. Sekretaris | : <u>Drs. Eko Budi Minarno M.Pd</u>
NIP : 150 295 150 | () |
| 4. Anggota | : <u>Ahmad Barizi M.A</u>
NIP : 150 283 991 | () |

Mengetahui dan Mengesahkan
Ketua Jurusan Biologi

Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si
NIP: 150 299 505

Persembahan

*Hadiah terbesar
yang diberikan oleh seekor induk elang pada anak-anaknya
Bukanlah serpihan makan pagi
Bukan pula eraman hangat dimalam-malam dingin
Namun.....
Ketika sang induk melempar anak-anak elang dari tebing-tebing
Mereka menjerit ketakutan “matilah aku”
Sesaat kemudian.....bukan kematian yang mereka trima
Melainkankesejatan diri sebagai seekor elang
Yaitu terbang.....*

**Ya Allah, jika hidup telah membawaku ke puncak
Itu karena hadiah yang engkau berikan
Saat dimana aku merasa terlempar dari tebing tinggi
Hingga membuatku ketakutan
Bertanya-tanya sanggupkah aku bertahan
.....dan engkau selalu memberiku jawaban terindah
Bahwa kegagalan adalah keberhasilan yang tertunda
Bahwa segala cobaan adalah sepenggal bentuk kasihmu
Terimakasih ya Allah.....
Atas semua yang telah kucapai
Atas keindahan hidup yang engkau berikan
Lewat tangan-tangan penuh kasih**

**Ibu yang tangguh, tabah, sabar, penuh cinta seperti udara, kasih yang
engkau berikan tak mungkin ku membalas semua itu. Bapak yang penuh
kesederhanaan dan kasih sayang Mas Dian, ragil Eli, Pak Gede, Ma'e,
Mbahkung, 'Ndhun, Lek zak, terimakasih atas cinta yang kalian berikan.**

Terimakasih atas semuanya

*You all makes me learn from love, truth, cry and lies
Tanpa kalian aku bukan apa-apa.*

Motto

هَلْ جَزَاءُ الْإِحْسَنِ إِلَّا الْإِحْسَانُ

*“Tidak ada Balasan kebaikan kecuali kebaikan
(pula)”.*

(Ar-Rahman : 60)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “ Studi Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Kerang Hijau di Perairan Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad Saw beserta sahabat-sahabatnya.

Skripsi yang penulis susun merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si). Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Untuk itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
2. Prof. Drs. H. Sutiman B. Sumitro, S.U. DS.c selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
3. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah., M.Si, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
4. Drs. Eko Budi Minarno M.Pd. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.

5. Ahmad Barizi, M.A, selaku dosen pembimbing Integritas Sains dan Islam, terimakasih atas bimbingan dan bantuanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Ayah dan ibunda tercinta yang dengan sepenuh hati memberikan dukungan baik material dan spiritual serta ketulusan do'anya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Teman-teman biologi, khususnya angkatan 2003 beserta semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah memberikan balasan atas bantuan dan pemikiranya. Sebagai akhir kata, penulis berharap skripsi ini bermanfaat dan dapat menjadi inspirasi bagi peneliti lain serta menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 3 Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	8
1.3. Tujuan	8
1.4. Hipotesis.....	9
1.5. Batasan Masalah	9
1.6. Manfaat	10
1.7. Definisi Operasional.....	10
BAB II : KAJIAN PUSTAKA	
2.1. Logam dan Logam Berat Cadmium (Cd)	
2.1.1. Definisi Logam dan logam Berat Cadmium (Cd).....	11
2.1.2. Pencemaran Air.....	15
2.1.4. Logam Cadmium (Cd) Dalam Organisme	19
2.2. Taksonomi Kerang Hijau (<i>Mitylus viridus</i>)	25
2.2.1. Morfologi Kerang Hijau (<i>Mitylus viridus</i>).....	26
2.3. Indikator Biologi	30
2.4. Kondisi Umum Perairan Pantai Kenjeran Surabaya.....	31
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	32
3.2. Waktu Dan Tempat Penelitian	32
3.3. Subyek Penelitian.....	32
3.4. Bahan Dan Alat	
3.3.1. Bahan Yang Digunakan	33
3.3.2. Alat Yang Digunakan.....	33

3.5. Prosedur Penelitian	
3.5.1. Metode Pengambilan Sampel Air	34
3.5.2. Metode Pengambilan Sampel Kerang Hijau (<i>Mitylus Viridus</i>).....	34
3.5.3. Metode Analisis Cadmium.....	35
3.5.4. Metode Parafin	36
3.6. Analisis Data	
3.6.1. Regresi.....	38

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kandungan Logam Cadmium (Cd)	39
4.1.1. Kandungan Logam Cadmium (Cd) Pada Air Laut.....	39
4.1.2. Kandungan Logam Cadmium (Cd) Pada Insang Kerang Hijau (<i>Mitylus Viridus</i>).....	41
4.1.3. Kandungan Logam Cadmium (Cd) Pada Hati Kerang Hijau (<i>Mitylus Viridus</i>)	43
4.2. Hubungan Antara Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Air Laut dengan Kandungan Cd pada Insangi Kerang Hijau (<i>Mytilus viridus</i>	49
4.3. Hubungan Antara Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Air Laut dengan Cd pada hati Kerang Hijau (<i>Mytilus viridu</i>)	51
4.4. Hubungan Antara Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Insang dengan Cd pada hati Kerang Hijau (<i>Mytilus viridus</i>).....	53
4.5. Struktur Histologis Insang dan Hati Kerang Hijau (<i>Mytilus viridus</i>)	
4.5.1. Struktur Histologi Insang Kerang Hijau (<i>Mytilus viridus</i>)	55
4.5.2. Struktur Histologi hati Kerang Hijau (<i>Mytilus viridus</i>)	59

BAB V: PENUTUP

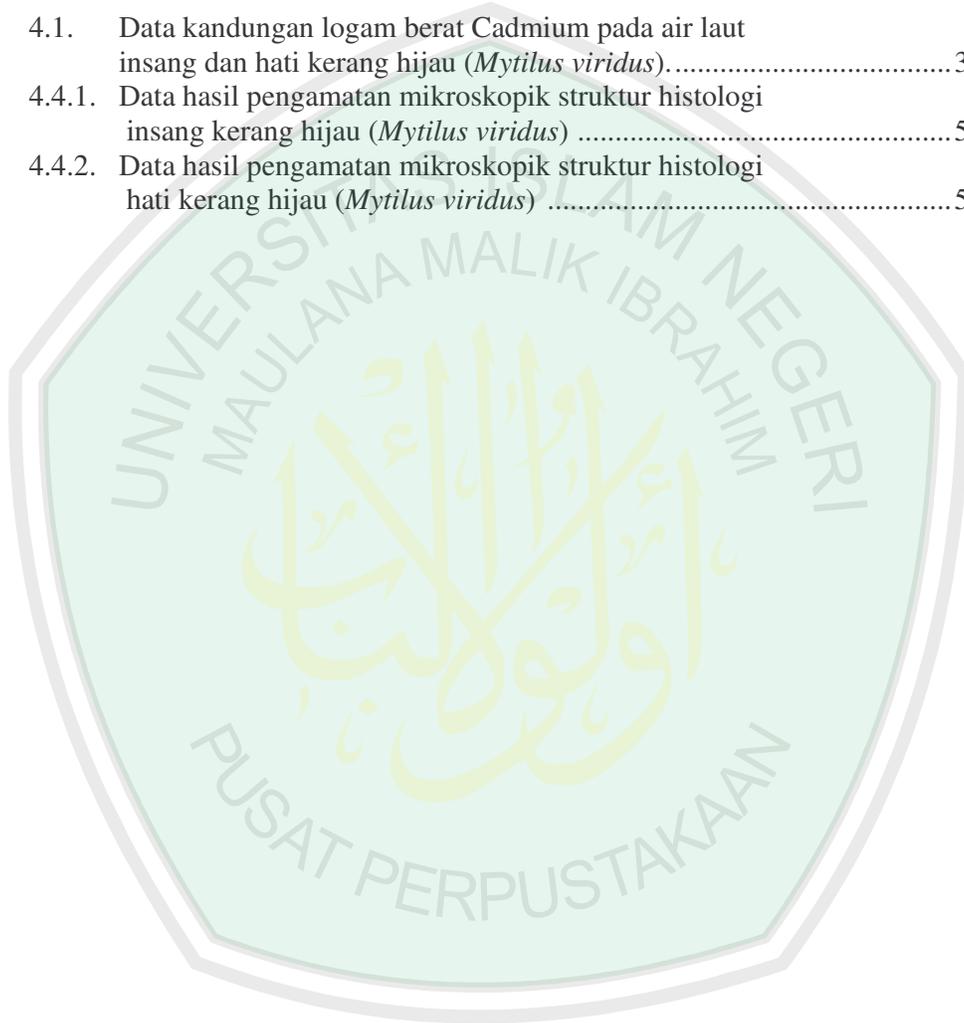
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran	64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
4.1.	Data kandungan logam berat Cadmium pada air laut insang dan hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>).....	39
4.4.1.	Data hasil pengamatan mikroskopik struktur histologi insang kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>)	55
4.4.2.	Data hasil pengamatan mikroskopik struktur histologi hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>)	59



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
2.3.1	Gambar mekanisme masuknya toksikan pada organisme	23
2.4.1	Gambar anatomi kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>).....	28
4.5.1.1	Gambar struktur histologi insang kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) stasiun 1.....	56
4.5.1.2	Gambar struktur histologi insang kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) stasiun 2.....	56
4.5.1.3	Gambar struktur histologi insang kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) stasiun 3.....	57
4.5.2.1	Gambar struktur histologi hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) stasiun 1.....	60
4.5.2.2	Gambar struktur histologi hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) stasiun 2.....	61
4.5.2.3	Gambar struktur histologi hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) stasiun 3.....	61

Daftar Lampiran

- | No | Judul |
|----|---|
| 1. | Perhitungan korelasi kandungan Cd pada air laut, insang dan hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) |
| 2. | Perhitungan regresi sederhana kandungan Cd pada air laut dengan Cd dalam insang kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) |
| 3. | Perhitungan regresi sederhana kandungan Cd pada air laut dengan Cd dalam hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) |
| 4. | Perhitungan regresi sederhana kandungan Cd pada insang dengan Cd dalam hati kerang hijau (<i>Mytilus viridus</i>) |
| 5. | Pewarnaan Hematoxin Eosin |
| 6. | Peta lokasi penelitian |
| 7. | Laporan analisis hasil penelitian |
| 8. | Bukti konsultasi dosen pembimbing akademik |
| 9. | Bukti konsultasi pembimbing Integrasi Sains dan Islam |

ABSTRAK

Trisnawati, Anita. 2008. *Studi Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Kerang Hijau (Mytilus viridus) di Perairan Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri (UIN) Malang. Dosen pembimbing : Drs. Eko Budi Minarno. M.Pd dan Ahmad Barizi M.A

Kata kunci : Logam berat, air laut, kerang hijau (*Mytilus viridus*)

Logam berat Cadmium merupakan pencemar berbahaya, sebab tidak dapat terdegradasi dalam lingkungan dan dapat terkumulasi dalam jaringan makhluk hidup. Kerang hijau (*Mytilus viridus*) banyak digunakan sebagai makanan (sumber protein) dan bahan baku kerajinan, selain itu sifat *filter feeder* dan *sessile* pada kerang hijau merupakan salah satu faktor yang dapat dijadikan bioindikator pencemaran dalam perairan. Perintah agar kita menjaga keseimbangan ekosistem di alam ini demi kesejahteraan makhluk hidup khususnya manusia disebutkan dalam Qs. Ar-Rūm/30: 41 yang artinya ”Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia”.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, analisis menggunakan teknik regresi sederhana. Tujuan penelitian ini adalah 1) mengetahui rata-rata kandungan Cd pada air laut, insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*), 2). mengetahui hubungan antara kandungan Cd pada air laut dengan Cd pada insang kerang hijau (*Mytilus viridus*), 3) mengetahui hubungan antara kandungan Cd pada air laut dengan Cd pada hati kerang hijau (*Mytilus viridus*), 4) mengetahui hubungan antara kandungan Cd pada insang dengan Cd pada hati kerang hijau (*Mytilus viridus*), 5) Mengetahui pengaruh logam berat Cd pada struktur histologi jaringan dan insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) . Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 25 Januari-12 Februari 2008 di kawasan pantai Kenjeran Surabaya dan Analisis kandungan logam Cadmium (Cd) pada air laut, insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang (UMM).

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kandungan logam Cd tertinggi pada insang (50.23-70.39 ppm) hati (31.08-44.53 ppm), dan air laut (6.73-7.37 ppm). Berdasarkan uji regresi sederhana bahwa kandungan Cd pada air laut dengan Cd pada insang terdapat hubungan yang *significant* 0,22 serta 0,29 untuk kandungan Cd pada insang dengan Cd pada hati kerang hijau (*Mytilus viridus*, sedangkan kandungan Cd pada air laut dengan Cd pada hati tidak terdapat hubungan yang *significant* 0.60. Struktur histologi insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada semua stasiun mengalami degenerasi struktural berupa hiperplasia stasiun 2 degenerasi struktural berkembang menjadi nekrosis, sedang stasiun 3 lamella insang terlihat menyatu seperti bentuk tongkat pemukul. Struktur histologi hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada semua stasiun mengalami degenerasi pelemakan, akan tetapi degenerasi pelemakan paling banyak terdapat pada stasiun 2. kerusakan yang terjadi merupakan respon fisiologis yang berpotensi untuk membentuk suatu kerusakan pada hati.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan zat yang sangat penting untuk kehidupan makhluk hidup di dunia ini mulai dari hewan tingkat rendah sampai tingkat yang tinggi. Air merupakan sesuatu yang mutlak diperlukan bagi kehidupan dan kelangsungan hidup. Sebagaimana disebutkan dalam Al-Qur'an surat Al-Anbiya'/21: 30

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا ۖ وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Dan apakah orang-orang yang ingkar itu tidak mengetahui bahwa langit dan bumi itu dahulu berpadu, lalu kami pisahkan keduanya. Dan kami jadikan segala sesuatu yang hidup dari air, maka mengapakah mereka tidak beriman?. (Qs. Al-Anbiya'/21: 30)

Air digunakan oleh manusia dengan tujuan yang bermacam-macam sehingga dapat dengan mudah tercemar dan terkontaminasi oleh aktivitas manusia. Aktivitas manusia yang bertujuan meningkatkan kualitas hidup telah mendorong manusia untuk menyalahi aturan-aturan yang ada dalam tatanan lingkungan hidupnya sehingga berakibat terjadinya pergeseran keseimbangan dalam ekosistem dari bentuk asal ke bentuk baru yang cenderung lebih buruk (Palar, 1994).

Suatu ekosistem dapat tercemar atau menjadi rusak dapat disebabkan karena banyak hal, namun yang paling utama dari sekian banyak penyebab tercemarnya suatu ekosistem adalah limbah. Dalam Sastrawijaya (1991), sumber

pencemar yang disebabkan oleh aktivitas manusia dapat dibedakan menjadi dua yaitu ; sumber domestik (rumah tangga) yaitu dari perkampungan, kota, pasar, jalan, terminal, rumah sakit dan sebagainya, serta sumber nondomestik, yaitu dari pabrik, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lainnya.

Pencemaran yang dapat menghancurkan ekosistem umumnya berasal dari sumber pencemar yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya toksisitas yang tinggi. Toksikan yang sangat berbahaya umumnya berasal air buangan industri, terutama sekali industri kimia (produk dari industri pestisida) dan industri yang melibatkan logam berat (Hg, Cd, Pb, Cu, dan Cr) dalam proses produksinya. Biasanya senyawa kimia yang bersifat toksik bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat (Palar, 1994).

Pencemaran logam berat merupakan pencemar paling berbahaya. Walaupun jumlahnya kecil namun mempunyai tingkat keracunan tinggi, persoalan spesifik dari logam berat di lingkungan terutama karena tidak dapat dibiodegradasi dan dapat terakumulasi dalam jaringan makhluk hidup. Demikian pula jika pada lingkungan perairan telah tercemar logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan, bahkan pencemaran ini akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya eksploitasi berbagai sumber alam dan berbagai proses industri yang mengandung logam berat (Palar, 1994).

Alam semesta beserta segala isinya diciptakan Allah untuk kepentingan dan kesejahteraan manusia. Sehingga kita harus menjaga keseimbangan ekosistem agar tetap terjaga keseimbangannya demi kesejahteraan manusia dan makhluk

hidup lainnya, salah satunya dengan tidak membuang limbah yang mengandung logam berat, seperti logam berat Cadmium dan persenyawaannya ke lingkungan.

Sebagaimana firman Allah dalam Surat Al-Qashas 28: 77 yang berbunyi :

وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

Dan janganlah kamu berbuat kerusakan (di muka) bumi sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan (Q.S.Al-Qashas 28: 77)

Di perairan kawasan Pantai Kenjeran saat ini sedang dilakukan perkembangan kawasan industri dan pemukiman Surabaya. Saat ini di Kelurahan Kenjeran terdapat pemukiman *Real Estate* “Pantai Mentari” yang mempunyai luas areal sebesar 45 ha dengan 72 unit rumah, pada daerah ini juga terdapat banyak usaha pengolahan hasil perikanan skala rumah tangga (Anonymous, 2007).

Salah satu konsekuensi dari perkembangan kawasan industri dan pemukiman Surabaya saat ini adalah meningkatnya produksi dan penggunaan bahan kimia untuk keperluan manusia baik industri, pertanian maupun rumah tangga. Kenyataan ini akan menyebabkan emisi sejumlah besar bahan kimia beracun ke lingkungan dan akan meningkatkan pula jumlah limbah yang masuk ke perairan pantai yang akhirnya juga akan meningkatkan ekspos bahan-bahan kimia ini ke tubuh manusia dan hewan. Hal ini sangat mengkhawatirkan, sebab Pantai Kenjeran menerima aliran dari berbagai sungai yang ada disekitarnya dan begitu banyaknya industri yang membuang limbah ke perairan Surabaya.

Pantai Kenjeran merupakan suatu perairan pantai utara Jawa Timur yang mempunyai nilai ekonomis yaitu sebagai tempat wisata, dan merupakan salah satu pantai di Indonesia yang mempunyai hasil perikanan terbesar. Masyarakat sekitar menjadikan hasil biota lautnya (ikan dan kerang) sebagai sumber mata

pencaharianya. Di Indonesia yang arus wisatawannya bertambah besar, bersamaan dengan munculnya hotel-hotel dan restoran-restoran bertaraf internasional di kota-kota besar penyediaan kerang hijau segar sebagai salah satu menu yang di sajikan menunjukkan tingkat konsumen yang tinggi pada kerang hijau. Menurut Fernandes, (dalam Indriyati 1993) kerang sudah lama dimanfaatkan manusia untuk memenuhi konsumsi sehari-hari, pada tahun-tahun terakhir ini bahkan sudah menjadi bahan makanan yang diperjual belikan secara merata, yang pada akhirnya kerang mempunyai nilai ekonomis penting yang mampu bersaing dengan komoditi sumber daya laut lainnya seperti ikan dan udang.

Kerang hijau sebagai salah satu hasil biota laut merupakan suatu nikmat dari Allah yang diberikan kepada umat manusia, selain untuk dikonsumsi, juga sebagai sumber mata pencaharian masyarakat sekitar pantai. Kehidupan manusia di bumi ini sangat bergantung pada lautan. Banyak negara di dunia yang menyandarkan perekonomian nasional pada kekayaan biota lautnya. Sehingga manusia harus menjaga kebersihan dan kelangsungan kehidupan organisme yang hidup di dalamnya, sebagaimana di sebutkan dalam firman Allah surat An-Nahl 14:10 yang berbunyi:

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ ﴿١٠﴾

Dia-lah, yang Telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebahagiannya menjadi minuman dan sebahagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu (An-Nahl 14:10).

Untuk memeriksa kondisi suatu perairan apakah tercemar atau tidak dapat digunakan bioindikator, artinya pemakaian organisme hidup sebagai monitor

pencemaran. Dalam Wardhana (2001), penggunaan organisme sebagai indikator biologi merupakan petunjuk ada tidaknya kenaikan keadaan lingkungan dengan garis dasar, melalui analisis logam atau senyawa kimia tertentu yang terdapat di dalam hewan. Kerang hijau (*Mytilus viridus*) merupakan salah satu spesies dari golongan *bivalva* yang dapat digunakan sebagai *bioindikator* untuk memonitor senyawa-senyawa beracun di lingkungan perairan laut karena distribusi penyebarannya yang luas, mempunyai sifat hidup yang menetap (*sessile*), mudah untuk di sampling, mempunyai toleransi yang luas terhadap salinitas, tahan terhadap tekanan dan tingginya akumulasi berbagai bahan kimia.

Cadmium (Cd) merupakan logam berat yang paling beracun setelah Merkuri (Hg). Logam Cadmium (Cd) dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama sekali merupakan efek samping dari aktivitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasionalnya menjadi sumber pencemaran Cd. Dalam lingkungan kandungan logam Cd akan dapat dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan, selain dalam air buangan. Penelitian yang dilakukan oleh Klein dalam Palar 1994, dapat diketahui bahwa, kandungan rata-rata Cd dalam air buangan rumah tangga dan buangan industri ringan sangat mempengaruhi lingkungan.

Konsentrasi Cadmium di perairan Pantai Kenjeran diduga terus meningkat, seiring dengan pesatnya perkembangan kawasan pemukiman dan industri di Surabaya. Menurut Keman, (2002), bahwa Peningkatan kadar logam berat dalam air laut akan diikuti peningkatan kadar logam berat dalam biota laut

yang pada gilirannya melalui rantai makanan akan menimbulkan keracunan akut dan kronik, bahkan bersifat karsinogenik pada manusia yang mengkonsumsi hasil laut. Penelitian yang dilakukan Taftazani, (dalam Sari tahun 2006), menyatakan bahwa, air Pantai Kenjeran telah tercemar logam berat Hg, Cr, Cd, dan Co sedang ikan telah tercemar dua unsur logam berat Hg dan Cr. Sedang penelitian yang dilakukan oleh Lembaga Penelitian dari Jerman DGFTZE (1998) terhadap masyarakat Kenjeran yang hasilnya menunjukkan bahwa Air Susu Ibu (ASI) dari ibu-ibu yang menyusui telah mengandung Cadmium sebesar 36,1 ppm, sehingga berpotensi dapat menyebabkan timbulnya penyakit kanker, cacat janin, dan penurunan kecerdasan otak. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan kepada ibu-ibu masyarakat Kelurahan Kenjeran Surabaya, dapat diketahui bahwa masyarakat tersebut memanfaatkan kerang untuk memenuhi konsumsi sehari-hari, mengingat Kelurahan Kenjeran ini di kenal sebagai daerah penangkapan ikan dan hasil laut lainnya yang cukup tinggi. Hal inilah yang menyebabkan mengapa perlu dilakukan penelitian terhadap kandungan Cadmium (Cd) pada kerang.

Toksisitas logam berat seperti Cd terhadap organisme air sudah tidak diragukan lagi, sehingga kerusakan yang ditimbulkan terhadap jaringan organisme akuatik biasanya terdapat pada beberapa lokasi baik pada tempat masuknya logam maupun tempat penimbunannya. Akibat yang ditimbulkan dari toksisitas logam ini dapat berupa kerusakan fisik (*erosi, degenerasi, nekrosis*) dan dapat berupa gangguan *fisiologik* (gangguan fungsi *enzim* dan gangguan *metabolisme*) (Darmono, 2001).

Insang merupakan organ penting pada kerang, fungsi insang selain sebagai alat pernafasan juga sebagai *filter feeder* (penyaringan makanan melalui insang), sedangkan hati merupakan kelenjar pencernaan pada kerang yang berfungsi dalam *detoksikasi*. Menurut Darmono, (2001), logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernafasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit, dan akumulasi logam tertinggi biasanya dalam organ *detoksikasi* (hati) dan *ekskresi* (ginjal).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Dian (2006) akumulasi logam Pb pada saluran pencernaan *Megabalanus* sp. dari Pantai Balekambang menyebabkan perubahan struktur histologis pada lapisan *mukosa usus*. Dari hasil-hasil penelitian tersebut, maka penelitian pengaruh logam Cd pada kerang hijau (*Mytilus viridus*) perlu dilakukan pada organ insang dan hati. Penelitian ini dimaksudkan dapat memberikan logam informasi pada masyarakat konsumen kerang hijau (*Mytilus viridus*) tentang bahaya pencemaran logam berat, dan agar berhati-hati dengan cara tidak mengkonsumsinya secara terus menerus.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penelitian yang berjudul *Studi Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Kerang Hijau (Mytilus viridus) di Perairan Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya* perlu untuk dilakukan.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang di dapat berdasarkan latar belakang di atas adalah,

1. Berapakah kandungan rata-rata Cadmium dalam air, insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)?
2. Apakah terdapat hubungan antara konsentrasi Cd dalam air dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam insang kerang hijau (*Mytilus viridus*)?
3. Apakah terdapat hubungan antara konsentrasi Cd dalam air dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)?
4. Apakah terdapat hubungan antara konsentrasi Cd dalam insang dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)?
5. Bagaimanakah pengaruh logam berat Cd terhadap struktur histologis jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)

1.3. Tujuan

1. Mengetahui rata-rata kandungan Cadmium (Cd) dalam air, insang, dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)
2. Mengetahui hubungan antara konsentrasi Cd dalam air dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam insang kerang hijau (*Mytilus viridus*)
3. Mengetahui hubungan antara konsentrasi Cd dalam air dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)
4. Mengetahui hubungan antara konsentrasi Cd dalam insang dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)

5. Mengetahui pengaruh logam berat Cd terhadap struktur histologis jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)

1.4. Hipotesis

1. Terdapat hubungan antara konsentrasi logam berat Cd dalam air dengan konsentrasi Cd dalam insang kerang hijau (*Mytilus viridus*)
2. Terdapat hubungan antara konsentrasi Cd dalam air dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)
3. Terdapat hubungan antara konsentrasi Cd dalam insang dengan konsentrasi Cd yang terkandung dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diambil batasan masalah sebagai berikut :

1. Logam berat yang dianalisis adalah logam berat Cadmium (Cd) pada kerang hijau (*Mytilus viridus*) yang berukuran 5-8 cm dengan umur 4-7 bulan yang hidup di perairan kawasan Pantai Kenjeran Surabaya.
2. Pengukuran kandungan logam berat Cd dilakukan terhadap medium tempat hidup (air laut) dan Organ berupa insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*).

1.6. Manfaat

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai informasi mengenai :

1. Dapat diketahui pencemaran logam Cadmium (Cd) dan pengaruhnya pada kerang hijau (*Mytilus viridus*).
2. Kelayakan konsumsi kerang hijau (*Mytilus viridus*) di kawasan Pantai Kenjeran Surabaya.

1.7. Definisi Operasional

1. Logam Cadmium, merupakan logam toksik, sebab tidak dapat didegradasi dalam lingkungan dan dapat terakumulasi dalam jaringan makhluk hidup. Menurut WHO batas maksimum Logam Cd untuk kehidupan pada ekosistem perairan sebesar 0.0002 mg/l sedang logam Cd untuk hewan laut yang dikonsumsi oleh manusia sebesar 0,1 mg/l.
2. Kerang hijau (*Mytilus viridus*) merupakan salah satu spesies dari golongan *bivalva* dengan bentuk kedua cangkang sama dan sebangun, berwarna coklat dan hijau menyala pada bagian *ventralnya*, senang melekatkan diri secara tetap pada benda-benda keras disekelilingnya, banyak dijumpai pada perairan pantai sekitar muara sungai
3. *Bioindikator* merupakan penunjuk ada tidaknya kenaikan keadaan lingkungan dari keadaan garis dasar, melalui analisis kandungan logam atau kandungan senyawa kimia tertentu yang terdapat dalam hewan maupun tanaman.
4. *Filter feder* merupakan penyaringan makanan melalui insang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Logam dan Logam Berat Cadmium (Cd)

2.1.1. Definisi Logam dan Logam Berat Cadmium (Cd)

Dalam kehidupan sehari-hari kita tidak terpisah dari benda-benda yang bersifat logam, bahkan kita beranggapan bahwa logam diidentikkan dengan besi, padat, keras, dan sulit dibentuk, benda ini kita gunakan sebagai alat perlengkapan rumah tangga seperti sendok, garpu, pisau dan lain-lain (logam biasa), sampai pada tingkat perhiasan mewah seperti emas, perak dan lain-lain (logam mulia), (Palar, 1994).

Besi merupakan logam yang paling penting dan paling murah dari seluruh logam yang digunakan oleh manusia (Grolier, 2001:45) Firman Allah dalam QS.Al-Hadid 57:25

لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَنْصُرُهُ وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ

عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾

Sesungguhnya Kami telah mengutus Rasul-rasul Kami dengan membawa bukti-bukti yang nyata dan telah Kami turunkan bersama mereka Al kitab dan neraca (keadilan) supaya manusia dapat melaksanakan keadilan. dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfaat bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama)Nya dan rasul-rasul-Nya Padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha kuat lagi Maha Perkasa (QS.Al-Hadid 57:25)

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah telah menjadikan besi. Pada besi itu terdapat kekuatan yang hebat, daya tahan yang lama dan tenaga pendukung yang besar. Karena itu sangat bermanfaat bagi manusia, untuk dijadikan segala macam alat keperluan hidup mereka seperti senjata, penunjang bangunan, mesin-mesin dan sebagainya. Andaikata besi tidak ada, tentulah bangunan-bangunan pencakar langit yang kita lihat hari ini tidak pernah ada. Demikian pula mesin-mesin pabrik-pabrik, kapal-kapal, jembatan, macam-macam senjata dan sebagainya. Besi adalah sarana pokok bagi kemajuan dan perkembangan teknik (Ghani, 1986).

Istilah logam biasanya di berikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar, tidak selalu berbentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair (Palar, 1994). Secara umum diketahui bahwa logam berat merupakan element yang berbahaya di permukaan bumi. Menurut Connel (dalam Dian 2006), istilah logam berat adalah logam yang mempunyai berat jenis lebih tinggi dari $5/6 \text{ g/cm}^3$. Logam berat termasuk unsur *Metalloid* yang bersifat bahaya, jumlah seluruhnya ± 40 jenis.

Menurut Palar (1994), logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaanya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah agak berlebihan biasanya tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Karena unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen. Sedangkan unsur logam berat baik itu logam berat beracun yang dipentingkan seperti tembaga (Cu) bila masuk

ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh.

Istilah logam berat sebetulnya telah dipergunakan secara luas, terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :

- a) Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar (lebih dari 4)
- b) Mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsure-unsur lantanida dan aktinida
- c) Mempunyai respon biokimia khas (spesifik pada organisme hidup), (Palar 1994).

Logam berat berdasarkan sifat racunya dapat dikelompokkan menjadi 4 golongan yaitu :

1. Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian ataupun gangguan kesehatan yang pulih dalam waktu yang singkat, logam-logam tersebut antara lain adalah ;Hg, Pb, Cd, Cr, As
2. Moderat, yaitu mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang pulih maupun tidak dalam waktu yang relatif lama, logam-logam tersebut antara lain ; Ba, Be, Cu,Au, Li, Mn, Se, Te, Co Dan Rb.
3. Kurang beracun, logam ini dalam jumlah besar menimbulkan gangguan kesehatan, logam-logam tersebut antara lain, Al, Bi, Co, Fe, Ca, Mg, Ni, K, Ag, Ti Dan Zn.
4. Tidak beracun, yaitu tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Logam-logam tersebut antara lain ; Na, Al, Sr, Dan Ca.

Menurut Simkiss dan Mason (dalam Darmono, 2001), Logam dalam jaringan organisme akuatik di bagi menjadi dua tipe utama, yaitu

1. Logam kelas A seperti Na, K, Ca, dan Mg, yang pada dasarnya bersifat elektrostatis dan pada larutan garam berbentuk ion hidrofilik.
2. Logam tipe kelas B seperti Cu, Zn, dan Ni. Juga logam yang bersifat toksik seperti Cd, Pb dan Hg Yang merupakan komponen kovalen dan jarang berbentuk ion bebas.

Cadmium merupakan logam berat yang relatif ringan dan berwarna biru keperakan. Memiliki nomor atom 48, massa atom 112,49g/mol, titik beku 321°C dan titik didih 765°C. Cadmium dapat ditemukan paling besar dikulit bumi dan ditemukan dalam sebagai sulfida atau karbonat dalam Zn dan bijih Pb. Secara alami Cadmium dalam jumlah besar dilepaskan kelingkungan sekitar 2500 ton setahun. Sekitar separuh dari Cadmium (Cd) ini dilepaskan kesungai melalui pengikisan batu oleh cuaca, dan sejumlah Cadmium dilepaskan ke udara dalam kebakaran hutan dan letusan gunung merapi, sisanya dilepaskan melalui aktivitas manusia seperti; penambangan, pestisida, pupuk, dan industri (Darmono, 1995).

Logam Cadmium (Cd) dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama sekali merupakan efek samping dari aktivitas yang dilakukan manusia. Boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasionalnya menjadi sumber pencemaran Cd. Penelitian yang dilakukan oleh Klein dapat diketahui kandungan rata-rata Cd dalam air buangan rumah tangga dan buangan industri ringan sangat mempengaruhi lingkungan (Darmono, 2001).

Logam Cadmium menjadi populer setelah timbulnya pencemaran air sungai di wilayah Kumomoto Jepang yang menyebabkan keracunan pada manusia, logam ini biasanya ada bercampur dengan logam lain, terutama dalam pertambangan seng (Zn), timah hitam yang selalu ditemukan dengan kadar 0,2-0,4 %. Cadmium (Cd) merupakan unsur logam berat yang paling beracun setelah Merkuri (Hg). Cadmium merupakan logam toksistas kronis yang biasanya terakumulasi di dalam tubuh terutama dalam ginjal. Keracunan Cadmium (Cd) dalam waktu lama bersifat toksik terhadap beberapa macam organ yaitu paru-paru, tulang, hati, dan ginjal, (Darmono, 1995).

2.1.2. Pencemaran Air

Molekul air (H_2O) terdiri atas satu nuklir (inti) oksigen dan dua nuklir hydrogen. Air mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mencairkan berbagai zat memungkinkannya melakukan “tugas berat” seperti membawa atau memindahkan struktur tubuh makhluk hidup. Kemampuan itu juga membuat air memainkan peran yang utama dalam setiap interaksi vital., membersihkan lemak, racun, dan kotoran, selain itu air berfungsi sebagai bahan makanan (bagi tumbuhan, dan hewan) membentuk permukaan bumi, dan mengubah komponen-komponennya dari satu keadaan ke keadaan lainnya. Disini tampak kemukjizatan Allah dalam menciptakan air dari *hydrogen* yang menyala dengan cepat dan oksigen yang membantunya menyala. Sedangkan air yang terbuat dari kedua unsur itu justru digunakan untuk memadamkan api (Pasya, 2004).

Air merupakan pokok kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan, Allah mencukupkan air itu dengan menurunkan air hujan dari langit, kemudian diantaranya ada yang mengalir sepanjang sungai menuju laut lepas dan ada pula yang menyelam kedalam bumi dan kemudian keluar menjadi mata air. akan tetapi aktivitas kehidupan manusia yang sangat tinggi yang dilakukan oleh manusia ternyata telah menimbulkan efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan ekosistemnya, akibatnya terjadi pergeseran keseimbangan dalam ekosistem dari bentuk asal kebentuk baru yang cenderung lebih buruk (Palar,1994).

Hal ini sebagaimana firman Allah dalam Q.S Ar-Rum 30: 41 :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)(Ar-Rum 30: 41).

Menurut Quraish Shihab, (2004), kerusakan yang terjadi di darat dan dilaut seperti kekeringan, peceklik, kekurangan hasil laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia yang durhaka, sebagai akibat dari perbuatan manusia itu maka Allah memberikan sedikit kepada mereka sebagian dari akibat yang mereka lakukan agar mereka kembali ke jalan yang benar

Banyak logam berat baik yang bersifat toksik maupun essensial terlarut dalam air dan mencemari air tawar maupun air laut. Sumber pencemaran ini banyak berasal dari pertambangan, peleburan logam, dan jenis industri lainnya, dan

dapat juga berasal dari lahan pertanian yang menggunakan pupuk atau anti hama yang mengandung logam (Darmono. 2001).

Di dalam air biasanya logam berikatan dengan senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada kompartement tempat logam tersebut berada. Tingkat kandungan logam pada setiap kompartement sangat bervariasi, bergantung pada lokasi, jenis kompartement dan tingkat pencemarannya, yaitu polusi berat, polusi sedang dan nonpolusi. Suatu perairan dengan tingkat polusi berat biasanya memiliki kandungan logam berat dalam air, dan organisme yang hidup didalamnya cukup tinggi, pada tingkat polusi sedang, kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup didalamnya berada dalam batas marginal. Sedangkan pada tingkat nonpolusi, kandungan logam berat dalam air dan biota yang hidup didalamnya sangat rendah bahkan tidak terdeteksi.

Komponen pencemar air menurut Wardhana, (1995) dikelompokkan sebagai berikut :

1. Bahan buangan padat, apabila bahan buangan padat larut dalam air, maka kepekatan air atau berat jenis cairan akan naik. Air yang mengandung larutan pekatan dan berwarna gelap akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air, akibatnya proses fotosintesis tanaman dalam air menjadi terganggu jumlah oksigen yang terlarut dalam air juga akan berkurang. Hal ini sudah barang tentu berakibat pula terhadap kehidupan organisme yang hidup di dalam air.
2. Bahan buangan organik, pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk.

3. Bahan buangan anorganik, pada umumnya berupa limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit di degradasi oleh mikroorganisme. Bahan buangan anorganik biasanya berasal dari industri yang melibatkan penggunaan unsure-unsur logam seperti Timbal (Pb), Arsen, (As), Cadmium (Cd), Air Raksa (Hg), Krom (Cr), Nikel (Ni), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Kobalt (Co), dan lain-lain industri elektronika electroplating dan industri kimia banyak menggunakan unsur-unsur logam di atas.
4. Bahan buangan olahan bahan makanan, bahan buangan olahan makanan seringkali menimbulkan bau busuk yang menyengat hidung .
5. Bahan buangan cairan berminyak, bahan buangan cairan berminyak mengandung senyawa yang volatile maka akan terjadi penguapan dan luasan permukaan minyak yang menutupi permukaan air akan menyusut .
6. Bahan buangan zat kimia, keberadaan bahan buangan zat kimia tersebut di dalam air lingkungan jelas merupakan racun yang mengganggu dan bahkan dapat mematikan hewan air, tanaman air dan mungkin juga manusia. Bahan buangan zat kimia tersebut berupa sabun (deterjen, shampoo, dan bahan pembersih lainnya), bahan pemberantas hama (insektisida), zat warna kimia, larutan penyamak kulit, dan zat radio aktif .

2.1.4. Logam Berat Cadmium (Cd) Pada organisme

Logam Cadmium (Cd) dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan terutama sekali merupakan efek samping dari aktivitas manusia. Secara sederhana dapat diketahui bahwa kandungan logam Cd akan dapat dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah, dan aliran air hujan, selain dalam air buangan. Seperti halnya merkuri dan logam berat lainnya, logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup bahkan juga sangat berbahaya bagi manusia.

Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biomagnifikasi di badan perairan. Disamping itu, tingkatan biota dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah Cd yang terakumulasi. Di mana pada biota yang lebih tinggi stratanya akan ditemukan akumulasi Cd yang lebih banyak, sedangkan pada biota top level (manusia) merupakan tempat akumulasi paling besar. Bila jumlah Cd yang masuk tersebut telah melebihi nilai ambang maka biota dari suatu level tersebut mengalami kematian dan bahkan kemusnahan. Logam Cadmium (Cd) juga akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan, dan manusia). Logam ini masuk ke dalam tubuh bersama makanan yang dikonsumsi, tetapi makanan tersebut telah terkontaminasi oleh logam Cd dan atau persenyawaannya (Palar, 1994).

Kerang mendapatkan makanan dengan jalan menyaring air masuk ke dalam tubuhnya. Volume air yang dapat disaring oleh kerang adalah 2,5 liter per individu dewasa perjam. Makanan yang masuk bersama air digerakkan, diperas

lalu di cerna dengan bantuan *cilia* (rambut getar) pada tubuhnya. Cilia mampu bergerak 2-20 kali per detik. Makanan kerang dapat berupa *zooplankton*, *fitoplankton*, *bakteri*, *flagellate*, *protozoa*, *detritus*, *alga*, dan berbagai zat yang tersuspensi dalam perairan tempat tinggalnya.

Toksikan dalam organisme akan mengalami proses absorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi. Absorpsi merupakan perpindahan toksikan dari luar organisme menuju ke aliran darah dari organisme. Proses absorpsi toksikan dalam tubuh dapat melaluis aliran pernafasan, pencernaan dan kulit. Pengambilan bahan toksik pada organisme dapat melalui transport pasif dan tranfor aktif. Pada umumnya toksikan berpindah dengan transpor pasif yang dikendalikan oleh perbedaan konsentrasi dan tidak memerlukan energi (kondisi lebih pekat/kondisi lebih besar di dalam dari pada diluar). Tranfor aktif, toksikan terserap dengan menggunakan protein pembawa yang tertanam dalam struktur membran yang berlaku sebagai kendaraan pengangkut, dan memerlukan energi.

Absorpsi toksikan ke dalam tubuh organisme melalui saluran pernafasan, pencernaan dan kulit. Dengan beberapa faktor yang mempengaruhi seperti morfologi membran dan molekul dapat melintasi membran dengan cara difusi atau diangkut melintas oleh protein pembawa. Distribusi toksikan yang terkandung dalam darah bergantung pada cairan plasma, cairan interstitial dan cairan intercelular. Setelah toksikan memasuki darah akan di distribusi dengan cepat keseluruh tubuh dan laju distribusi akan menuju kesetiap organ di dalam tubuh.

Mudah tidaknya zat kimia melewati dinding kapiler dan membran sel dari suatu jaringan sangat ditentukan oleh aliran darah ke organ tersebut. Jaringan tubuh yang berhubungan dengan distribusi toksikan yaitu *protein plasma*, *liver* dan ginjal. *Protein plasma* dapat mengikat senyawa asing dan beberapa komposisi fisiologis normal dalam tubuh. Organ liver dan ginjal tersebut memiliki kapasitas yang lebih tinggi dalam mengikat bahan kimia, sehingga bahan kimia lebih banyak terkonsentrasi pada organ ini jika dibandingkan dengan organ lainnya. Hal ini berhubungan dengan fungsi kedua organ ini dalam mengeliminasi toksikan dalam tubuh. Ginjal dan liver mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan toksikan. Organ liver cukup tinggi kapasitasnya dalam proses biotransformasi toksikan. Metabolisme semua bahan toksikan akan diproses dan dilakukan dalam liver. Setelah melalui proses di dalam tubuh sisanya akan diekskresikan (Mukono, 2005).

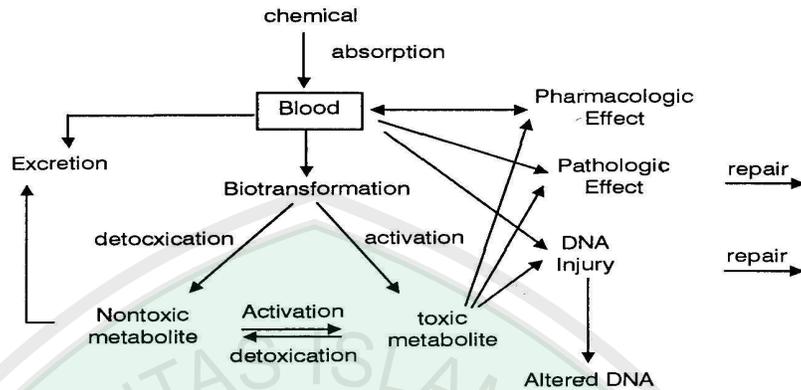
Toksikan yang masuk ke dalam tubuh, maka toksikan tersebut akan mengalami beberapa fase, yaitu fase kontak, fase kinetik dan fase dinamik. Fase kontak yaitu fase persentuhan antara lingkungan dengan suatu bahan kimia untuk pertama kalinya, Fase kinetik meliputi absorpsi-distribusi-metabolisme dan ekskresi. Sedangkan Fase dinamik meliputi semua reaksi-reaksi biokimia yang terjadi dalam tubuh, berupa katabolisme dan anabolisme yang melibatkan enzim-enzim.

Pada fase kinetik toksikan akan mengalami proses sinergetik atau sebaliknya proses antagonis. Proses sinergetik merupakan proses terjadinya penggandaan dan peningkatan daya toksisitas yang sangat tinggi. Sedangkan

proses antagonis merupakan proses pengurangan dan bahkan mungkin penghapusan daya toksisitas oleh suatu zat atau senyawa (Setyawati, 2005).

Absorpsi bahan toksik oleh saluran pernafasan, pencernaan dan kulit tergantung dari sifat fisik dan kimia bahan toksik tersebut. Dengan kemampuannya, tubuh mampu melakukan proses biotransformasi dan ekskresi bahan toksikan tersebut melalui hati dan ginjal dengan demikian apabila aktivitas absorpsi lebih besar daripada aktivitas eliminasi maka bahan toksik akan terakumulasi pada organ kritis dari tubuh dan efek toksik akan nampak. Bahan toksik akan memproduksi racun yang akan memberikan efek farmakologis, patologis maupun genotoksik pada DNA. Efek farmakologis dari toksisitas seperti penekanan pada sistem saraf pusat (*central nervous system*). Efek patologis berupa kerusakan ginjal akibat keracunan merkuri dan efek genotoksik ditunjukkan dengan terjadinya kanker. Secara umum apabila kadar bahan toksik dalam jaringan tidak melebihi titik kritis (*critical level*) maka efeknya adalah reversibel.

Efek farmakologis biasanya dapat kembali normal apabila penurunan bahan toksik pada jaringan karena proses ekskresi. Efek patologis dan genotoksik dapat mengalami perbaikan dan apabila efek farmakologis dan patologis sangat parah maka dapat terjadi kematian. Apabila kerusakan DNA tidak dapat diperbaiki maka akan menyebabkan efek yang kronis dalam waktu yang cukup lama mekanisme masuknya toksikan pada organisme dapat dilihat pada gambar berikut (Mukono, 2005).



Gambar 2.3.1: Mekanisme Masuknya Toksikan Pada Organisme.
(Sumber : Mukono, 2005)

Di dalam tubuh hewan, logam diabsorpsi oleh darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam organ *detoksikasi* (hati) dan *ekskresi* (ginjal). Di dalam kedua jaringan tersebut biasanya logam juga berikatan dengan berbagai jenis protein baik enzim maupun protein lain yang disebut *metallotionin*. Biasanya kerusakan jaringan oleh logam terdapat pada beberapa lokasi baik tempat masuknya logam maupun tempat penimbunannya. Akibat yang ditimbulkan dari toksisitas logam ini dapat berupa kerusakan fisik (*erosi*, *degenerasi*, *nekrosis*) dan dapat berupa gangguan fisiologik (gangguan fungsi *enzim* dan gangguan *metabolisme*), (Darmono, 2001).

Ogilvie (dalam Mulyanto, 1996) mengatakan bahwa sel yang mengalami degenerasi akan mengalami beberapa fase sebagai berikut

1. Fase pembengkakan kabur, sel kelihatan membengkak termasuk nukleusnya karena adanya cairan batas lebih, membuat mudah mengalami disintegrasi

bila terkena tekanan, mengandung banyak granula yang berasal dari mitokondria, bentuknya irreguler dan tidak merata.

2. Fase pelemakan, di dalam sel terdapat akumulasi gumpalan lemak, yang pada preparat dengan pewarnaan HE akan meninggalkan bulatan kosong berwarna kuning kusam. Nukleus menghitam akibat adanya butiran kasar. Basofil terkadang terdorong ketepi dinding sel oleh gumpalan lemak, kromatin mengkerut (Piknosis).
3. Fase nekrosis. Nukleus sel sudah mengalami piknosis berlanjut mengalami karioreksis, yaitu pecahnya nukleus menjadi butir-butir kecil hitam yang akhirnya mengalami pecahan nukleus tadi.
4. Fase kalsifikasi, fase ini terjadi setelah sel mati dan hancur biasanya akan menjadi garam kapur ini adalah matriks kartilagenous. Garam kapur tersebut akan terdeposit secara terus menerus pada jaringan sebagai akibat adanya penyakit.

Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya derajat akumulasi logam tersebut sama dengan faktor yang mempengaruhi akumulasi logam pada kerang yaitu, konsentrasi logam dalam air, kadar garam, suhu dan pH air. Hewan jenis kerang dapat memakumulasi logam berat lebih besar daripada hewan air lainnya karena bersifat *filter feeder* dan menetap, dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu. Semakin tinggi suhu air daya toksisitas logam semakin meningkat, dan semakin rendah suhu air maka daya toksisitas logam juga menurun. Pada kadar garam yang semakin tinggi, daya toksisitas logam semakin menurun. Apabila dikombinasikan pada kondisi kadar garam yang

tinggi dan suhu air yang rendah maka daya toksisitas logam menjadi paling rendah. pH akan mempengaruhi konsentrasi logam berat diperairan, dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar (Darmono, 2001).

Allah telah memperingatkan kepada manusia untuk menjaga keseimbangan dan kelestarian alam demi kesejahteraan hidup manusia khususnya dan makhluk-makhluk lainnya, dalam QS Al-A'raf 7:85 disebutkan

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنتُمْ مُؤْمِنِينَ

Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya, yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman" (QS Al-A'raf 7:85)

Kata-kata ba'da *islaahiha* pada ayat tersebut dengan jelas menunjukkan adanya hukum keseimbangan (*equilibrium*) dalam ekosistem yang harus diusahakan agar tetap terpelihara kelestariannya (Ghani, 1986).

2. 2. Taksonomi (Penggolongan) Kerang Hijau (*Mytilus viridus*).

Kerang hijau adalah salah satu jenis kerang, termasuk golongan binatang lunak (*Mollusca*), bercangkang dua (*bivalve*), insang berlapis-lapis (*lamelliabrachia*), berkaki kapak (*pelecypoda*), dan hidup di laut. Taksonominya adalah :

Phylum : Mollusca

Kelas : Pelecypoda (*Lamellibranchiata, Bivalvia*)

Kelompok : Filibranchia

Sub Kelompok : Anysomyaria

Suku : Mytilidae

Marga : Mytilus

Jenis : *Mytilus viridus*

Kerang dari marga *mytilus* ini mempunyai kebiasaan hidup khusus. Apabila kerang bulu, kerang darah dan lain-lainya hidup dengan membenamkan diri dipasir atau lumpur didasar laut, maka kerang hijau sangat senang melekatkan dirinya secara tetap pada benda-benda keras yang ada disekelilingnya. Mereka tetap melekat pada benda-benda keras tersebut, tidak mati walaupun tidak terendam selama air laut sedang surut (Asikin, 1982).

2.2.1. Morfologi Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Cangkang

Bentuk kedua cangkang hijau sama dan sebangun, lonjong dimana bagian depannya cakung dan bagian depannya cembung, serta bagian *umbo* atau bagian atasnya lancip. Tingginya lebih dari dua kali lebarnya. Hubungan kedua cangkangnya dilakukan oleh ikat engsel yang terletak dibagian atas. Ikat engsel ini berfungsi sebagai pembuka cangkang (Asikin, 1982).

Cangkang bagian luar berwarna coklat dan hijau menyala pada bagian pinggiran ventralnya. Semakin tua warna hijaunya semakin terdesak ketepian. Ada garis-garis lengkung mengikuti bentuk pinggiran cangkangnya. Garis-garis lengkung ini disebut garis pertumbuhan atau garis umur. Sedang cangkang bagian dalamnya halus dan berwarna putih mengkilat kepelangian, (Asikin, 1982).

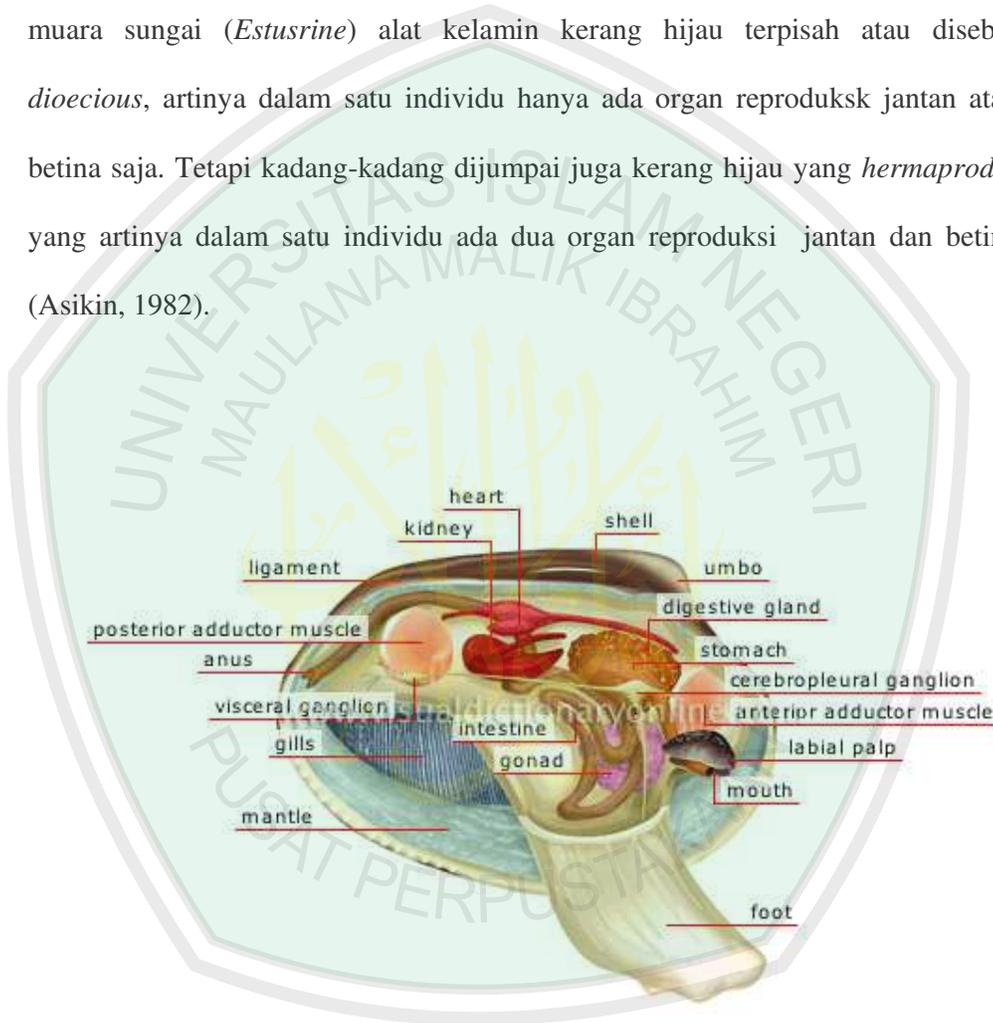
Tubuh

Tubuh kerang hijau terbagi tiga bagian utama, yaitu bagian kaki, mantel dan *visceral mass* atau bagian tubuh yang sebenarnya. Kakinya dapat memanjang dan memendek, berbentuk seperti lidah dan terletak dibagian depan atas diantara insang dan bibirnya. Fungsinya sebagai organ untuk bergerak atau merayap. Dibagian bawahnya ada suatu alat seperti serabut untuk melekatkan dirinya pada benda-benda keras. Organ ini disebut *byssus* adalah cepat tumbuh lagi apabila terpotong. Mantelnya merupakan selaput kulit yang membungkus *visceral mass*, menggantung dan menempel pada permukaan cangkang sebelah dalam. Tepian mantel bekerja sebagai pintu keluar masuknya air dan berfungsi membangun cangkangnya (Asikin, 1982).

Pada bagian tubuh sebelah luar ada dua pasang insang, sepasang disebelah kiri dan sepasang lagi disebelah kanan. Fungsi insang adalah untuk bernafas, mengambil makanan dan inkubasi. Pada bagian tubuh sebelah dalam terdapat sistem pencernaan (yang terdiri dari mulut yang di apit oleh dua pasang bibir, kemudian diikuti oleh oesophagus, lambung, usus, rektum dan diakhiri oleh anus atau dubur yang terletak dibelakang), gonada, jantung, hati, aorta, otot daging penutup, dan otot daging penarik. Otot daging penutup bekerja untuk mengatupkan cangkang. Jadi bekerja antagonis (berlawanan) dengan ikat engsel sebagai organ pembuka cangkang. Otot daging penarik berfungsi untuk menarik kaki kedalam tubuh (Asikin, 1982:).

Sistem pencernaan terdiri dari alat-alat penyaring makanan berupa insang yang demikian halus dan tidak bergigi, maka dapatlah diartikan bahwa kerang hijau menyukai makanan yang lembut. Menurut para ahli makanan kerang hijau

terdiri dari jasad-jasad renik, terutama *plankton nabati* dan partikel-partikel dari organisme dari sungai, *plankton hewani*, lumpur dan lain-lainya dalam jumlah yang sangat sedikit. Karena itu kerang hijau dijumpai diperairan pantai sekitar muara sungai (*Estuarine*) alat kelamin kerang hijau terpisah atau disebut *dioecious*, artinya dalam satu individu hanya ada organ reproduksi jantan atau betina saja. Tetapi kadang-kadang dijumpai juga kerang hijau yang *hermaprodit*, yang artinya dalam satu individu ada dua organ reproduksi jantan dan betina (Asikin, 1982).



**Gambar 2.4.1: Anatomi kerang hijau (*Mytilus viridus*)
(Sumber : Anonymous. Anatomy-Bivalve-Shell.Php)**

Habitat

Habitat (tempat hidup) kerang hijau belum ditemukan secara merata di seluruh Perairan Indonesia. Namun dapat dicatat karakteristik perairan yang sesuai baginya, seperti suhu perairan antara 27-37°C, kadar garam antara 27-34 permil, pH antara 6-8, kecerahan air laut antara 3,5-4,0 m, arus dan angin tidak terlalu kuat dan umumnya pada kedalaman antara 10-20 m (Asikin, 1982).

Menurut hasil penelitian Lembaga Oseanologi Nasional, kerang hijau sangat potensial di perairan-perairan pantai utara Jawa dan pantai Timur Sumatera. Hal ini erat hubungannya dengan banyaknya sungai yang bermuara disana sehingga, kerang hijau terdapat pula di daerah-daerah perairan lain yang punya banyak sungai, (Asikin, 1982).

Kerang hijau merupakan makanan yang memiliki kadar gizi tinggi dan merupakan sumber protein hewani penting. Berdasarkan penelitian kerang hijau mengandung 18 % protein, lebih tinggi dari pada kadar protein yang terkandung dalam daging kambing yang hanya 17,1 %, ikan mas 16 %, dan belut 14 % khasiat lain dari kerang hijau adalah karena binatang ini juga mengandung zat-zat *anorganik* yang sangat berharga, terutama unsur *yodium*. Seseorang yang kekurangan unsur *yodium* akan terkena penyakit gondok. Melihat tingginya kadar protein dan murah harganya, maka dapat diharapkan kerang hijau dapat berperan sebagai salah satu penunjang kebutuhan protein hewani bagi masyarakat Indonesia (Asikin, 1982).

2.4. Indikator Biologis

Dalam menganalisis keadaan lingkungan, masalah indikator biologi perlu diketahui dan ditentukan. Indikator biologi dalam hal ini merupakan penunjuk ada tidaknya kenaikan keadaan lingkungan dari keadaan garis dasar, melalui analisis kandungan logam atau kandungan senyawa kimia tertentu yang terdapat dalam hewan maupun tanaman, atau suatu hasil dari hewan (susu dan keju), tanaman (buah, umbi). Indikator biologis dapat ditentukan dari hewan atau tanaman yang terletak pada daur pencemaran lingkungan sebelum sampai pada manusia.

Apabila pencemaran lingkungan diperkirakan melalui jalur air, maka indikator biologisnya dapat ditentukan melalui hewan atau tanaman yang hidup atau tumbuh di air, baik air sungai, air danau, maupun air laut. Indikator biologi yang ada pada jalur air dan mungkin akan sampai pada manusia adalah :

1. *Phytoplankton*, yaitu jenis plankton
2. *Zooplankton*, yaitu jenis plankton hewan
3. *Molusca*, yaitu jenis kerang-kerangan
4. *Crustacea*, yaitu jenis siput-siputan
5. Ikan dan sejenisnya, (Wardhana, 1995).

Karakteristik ideal sebagai indikator biologis ekosistem perairan adalah sebagai berikut :

1. Biota tersebut harus cukup mengakumulasikan logam berat tanpa menyebabkan kematian.
2. Habitat biota berasal dari daerah yang diteliti
3. Melimpahnya setiap waktu pada lokasi yang akan diteliti

4. Mempunyai masa hidup lebih dari setahun (cukup lama) untuk melihat pengaruh variasi perubahan musim
5. Mempunyai ukuran tubuh yang memungkinkan untuk dianalisa terutama pada jaringan tubuh (Wardhana, 1995).

Dibandingkan dengan menggunakan parameter fisika dan kimia, indikator biologi dapat memantau dapat memantau secara kontinyu. Hal ini karena komunitas biota perairan (flora/fauna) menghabiskan seluruh hidupnya di lingkungan tersebut, sehingga bila terjadi pencemaran akan bersifat akumulasi atau penimbunan (Sastrawijaya, 1991).

2.5. Kondisi Umum Perairan Pantai Kenjeran Surabaya

Pantai kenjeran terletak di pantai timur Surabaya yang berhadapan langsung dengan Selat Madura. Kondisi geografis daerah penelitian berdasarkan klimatologi dari stasiun perak II (mempunyai kepentingan terutama bagi dunia pelayaran dan banyak dipengaruhi cuaca laut) yaitu banyaknya curah hujan 25 mm/th dengan ketinggian daratan 1-1,5 di atas permukaan laut (dpl), suhu udara 30-32°C (Anonymous, 2007).

Di Kelurahan Kenjeran terdapat pemukiman *Real Estate* yaitu ” Pantai Mentari” yang mempunyai luas areal 45 ha dan akan dibangun sebanyak 72 unit rumah. Mata pencaharian penduduk kenjeran dengan 893 orang adalah wiraswasta , kemudian nelayan sebanyak 235 orang. Daerah ini terkenal sebagai daerah penangkap hasil laut juga terdapat banyak usaha pengolahan hasil perikanan skala rumah tangga, seperti ikan asap ikan asin, krupuk, terasi dll (Anonymous, 2007).



3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian jenis deskriptif, yaitu mengadakan kegiatan pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi data yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai kejadian yang terjadi pada saat

penelitian. Teknik pengambilan data dilakukan secara observasi langsung di lapangan (Suryabrata, 1992).

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 25 Januari-12 Februari 2008.

Pengambilan sampel dilaksanakan di kawasan Pantai Kenjeran Surabaya, sedangkan analisis logam berat Cadmium dan pembuatan preparat Metode Parafin dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Malang.

3.3. Subyek Penelitian

Subyek yang digunakan dalam penelitian ini adalah air laut dan kerang hijau (*Mytilus viridus*) di Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya

3.4. Bahan dan Alat

3.4.1. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan meliputi :

1. Bahan yang digunakan di lapangan : Air laut dan kerang hijau (*Mytilus viridus*)
2. Bahan yang digunakan untuk analisis Cd dan pembuatan preparat histologis jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) : Aquades, asam

nitrat pekat HNO_3 , larutan ethanol, larutan sodium tartrat, asam sulfur, larutan sulfur dioksida, asam asetil, eosin, xylol, formalin, paraffin, alkohol, pottasium odide, asam acetic.

3.4.2. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan meliputi :

1. Alat yang digunakan di lapangan : Ice box, plastik pembungkus sampel, kertas label, karet gelang, botol
2. Alat yang digunakan untuk analisis Cd dan pembuatan preparat histologis jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) : blender, oven, labu volumetrik, baki, timbangan elektrik, diseeeting set, beaker glass, kaca arloji, Bunsen, pinset, mikrotom, corong kaca, kertas saring, dan mikroskop, seperangkat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) tanpa nyala.

3.5. Prosedur Penelitian

3.5.1. Metode Pengambilan Sampel Air

Menentukan Lokasi pengambilan sampel yaitu menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu menentukan lokasi secara sengaja berdasarkan pada beberapa pertimbangan kemudian di bagi menjadi 3 stasiun.

Stasiun I di dekat lokasi pariwisata

Stasiun II depan muara sungai mentari

Stasiun III dekat dengan pemukiman penduduk

Sampel air diambil dari setiap stasiun yang telah ditentukan. Sampel air yang diambil dimasukkan kedalam botol 500 ml beri tanda untuk masing-masing stasiun dan segera masukkan kedalam icebox. Sebelum dilakukan analisa sebaiknya sampel disimpan terlebih dahulu dalam *freezer*.

3.5.2. Metode Pengambilan Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Sampel kerang diambil sebanyak 10 ekor setiap stasiun, memasukkan ke dalam plastik yang telah diberi tanda dan disimpan dalam icebox. Pengambilan sampel dilakukan selama 3 kali dalam setiap stasiun

3.6. Metode Analisis Cadmium (Cd)

Prosedur analisa logam berat Cadmium (Cd) yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.6.1 Prosedur Penentuan Cd dalam Sampel kerang

1. Mengambil daging kerang hijau dan menimbang ± 6 gram atau sesuai dengan kebutuhan dan catat beratnya, kemudian

2. Memindahkan dalam beker glass 100 ml. kemudian ditambahkan 10 ml HNO_3 pada beker glass yang telah terisi sampel dan dilengkapi dengan magnet pengaduk
3. sampel dipanaskan dalam hot plat di dalam kamar asam, sampai semua sampel terlarut, setelah semua sampel larut dinginkan
4. Menyaring dengan menggunakan kertas saring
5. Menambahkan beberapa tetes HNO_3 dan aquades secukupnya.
6. Memindahkan larutan sampel tersebut kedalam labu takar 25 ml
7. Mengencerkan sampel sampai tanda batas
8. Mengukur Sampel dengan AAS
9. Mencatat harga adsorbanya

3.6.2. Prosedur Penentuan Cd pada Sampel Air

1. Mengambil Air 25 ml
2. air dimasukkan kedalam beker glass 100 ml dan ditambahkan HNO_3
3. dipanaskan sebentar diatas hotplat dalam lemari asam.
4. dipindahkan kedalam labu takar 25 ml
5. Mengukur sampel dengan AAS
6. Mencatat harga adsorbanya

3.7. Prosedur Pembuatan Preparat Histologi

1. *Killing dan Fikisasi*

jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) di ambil dengan menggunakan pinset, kemudian direndam dalam larutan *fiksatif Bouin* selama minimal 24 jam

2. *Dehidrasi*

setelah difiksasi direndam dalam larutan alkohol 70% (2 kali masing-masing selama 15 menit), 80% (30 menit), 90% (2 kali 15 menit), 95% dan alkohol absolut (2 kali 15 menit)

3. *Clearing*

jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) di rendam dalam larutan alkohol-xilol dengan perbandingan 3:1; 1:1; 1:3 (masing-masing selama 30 menit), xilol absolut 30 menit.

4. *Infiltrasi*

jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) direndam dalam larutan xilol parafin cair 47oC dngan urutan dan perbandingan 3:1; 1:1; 1:3 (masing-masing selama 30 menit), selanjutnya direndam dalam parafin cair 47OC selama 24 jam

5. *Embedding*

jaringan insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) direndam dalam parafin keras 52oC pada botol kecil sampai parafin dingin dan mengeras.

6. *Sliding*

proses sliding atau pengirisan dilakukan setelah parafin pada proses embedding telah mengeras sehingga siap untuk dilakukan setebal 5 mikron dengan menggunakan mikrotom putar (*rotary mikrotom*)

7. *Afixing*

hasil sliding diletakkan pada permukaan objek glass yang sebelumnya telah diolesi meyer'shoff abumin, selanjutnya obyek glass tersebut diletakkan di atas hot plate-parafin, disekeliling preparat irisan jaringan mencair dan dibersihkan menggunakan cotton bud secara hati-hati setelah parafin di sekeliling preparat irisan jaringan bersih, preparat didiamkan selama 24 jam

8. *Staining*

proses staining atau pewarnaan dilakukan dengan menggunakan metode pewarnaan Hematoxilin-Eosin(lampiran 5)

9. *labeling*

preparat yang telah diwarnai, kemudian diberi label dengan menyertakan nama irisan jaringan, metode pewarnaan, tanggal pembuatan, dan metode pembuatan.

3.8. Analisis Data

Data kandungan logam berat pada air laut dan kerang hijau (*Mytilus viridus*) di kawasan Pantai Kenjeran Surabaya pada bagian insang dan hati dianalisis dengan analisis regresi sederhana. Regresi ini memiliki 2 variabel yang terdiri dari Y variable terikat yaitu variable yang dipengaruhi dan X variable bebas yaitu variable yang mempengaruhi, dengan persamaan sebagai berikut :

Hubungan Cd dalam air dengan Cd dalam insang kerang hijau

$$Y_{\text{regresi}} = a + b X$$

Dimana Y : kandungan Cd dalam insang kerang hijau

X : kandungan Cd dalam air

Hubungan Cd dalam air dengan Cd dalam hati kerang hijau

$$Y_{\text{regresi}} = a + b X$$

Dimana Y : kandungan Cd dalam hati kerang hijau

X : kandungan Cd dalam air

Hubungan Cd dalam insang dengan Cd dalam hati kerang hijau

$$Y_{\text{regresi}} = a + b X$$

Dimana Y : kandungan Cd dalam hati kerang hijau

X : kandungan Cd dalam insang kerang hijau



HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data tentang kandungan logam berat Cadmium (Cd) pada air laut, insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*).

Tabel 4.1. Data Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Air Laut, Insang, dan Hati Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Stasiun	Total kandungan Cadmium											
	Air laut (mg/l)				Insang(mg/l)				Hati(mg/l)			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata
1	6.50	7.86	5.50	6.61	50.93	60.92	56.31	56.05	40.77	42.69	33.31	38.92
2	7.46	8.50	6.22	7.39	69.13	70.39	50.23	63.24	44.53	40.50	33.08	39.36
3	6.59	7.78	5.82	6.73	66.63	63.44	49.71	59.9	43.23	37.58	31.08	37.29

4.1. Pembahasan

4.1.1. Konsentrasi logam berat Cadmium (Cd) pada Air Laut

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4.1 diketahui bahwa Konsentrasi logam berat Cadmium pada air laut berkisar antara 6.73 mg/l.-7.37 mg/l. dengan rata-rata 6.91 mg/l. Dibandingkan pada stasiun 3 dan 1 Konsentrasi Cd tertinggi adalah pada stasiun 2. Pada stasiun 1 dekat dengan tempat pariwisata sedang stasiun 2 yaitu depan muara sungai Mentari dan stasiun 3 dekat dengan pemukiman penduduk.

Konsentrasi logam berat Cadmium paling tinggi pada stasiun 2 karena terletak di depan muara sungai mentari, merupakan cabang dari kali Surabaya dan kali kedungmangu yang sebagian besar masyarakat membuang limbah baik organik maupun anorganik ke perairan tersebut., stasiun ini merupakan tempat terjadinya pencampuran antara air tawar dari air sungai dengan air laut, selain itu berbagai aktivitas yang terdapat di sepanjang Sungai Mentari secara langsung atau tidak langsung menggunakan logam Cd dalam aktivitasnya baik dalam bentuk ikatan senyawa maupun unsur. Pabrik yang berpotensi menghasilkan

limbah Cd diantaranya seperti: Pabrik Elektroplating, penggunaan dalam stabilizer (penyeimbang), soder dll, (Sastrawijaya, 1991).

Logam-logam dalam lingkungan perairan umumnya berada dalam bentuk ion. Ion-ion itu ada yang merupakan ion-ion bebas, pasangan ion organik, ion-ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya. Tinginya kandungan logam Cd pada air laut ini dikarenakan logam Cd mempunyai tingkat kelarutan yang berbeda yakni logam Cd sukar larut dibanding logam berat lainnya.

Romimohtarto (1991) menyatakan bahwa, setelah memasuki perairan pesisir dan laut toksikan akan dapat mengalami beberapa proses sebagai berikut: terencerkan dan tersebar oleh adukan turbulensi dan arus laut, dipekatkan melalui, a) proses biologis dengan cara diserap ikan, kerang, *plankton* nabati atau oleh ganggang laut bentuk biota ini pada gilirannya dimakan oleh mangsanya, b) proses fisik dan kimiawi dengan cara absorpsi, pengendapan, pertukaran ion dan kemudian toksikan itu akan mengendap di dasar perairan dan selanjutnya toksikan terbawa langsung oleh arus dan biota (kerang hijau).

Sastrawijaya (1991) menyatakan bahwa, kandungan logam berat Cd yang tinggi dalam air laut dipengaruhi oleh konsentrasi Cd yang di terima dari aliran sungai yang bermuara ke laut ditambah dengan kandungan alamiah dari air laut itu sendiri. Secara alamiah logam berat biasanya sangat sedikit sekali di temukan dalam air, yaitu kurang dari 1mg/l. Menurut WHO bahwa standar alamiah logam berat Cd untuk melindungi kehidupan pada ekosistem akuatik sebaiknya memiliki kadar Cd sebesar 0,0002 mg/l.

Dari hasil penelitian pada tabel 4.1. di atas dapat diketahui bahwa rata-rata Konsentrasi logam berat Cd dalam air laut sebesar 6,91 mg/l, sedangkan standar ketentuan baku mutu pada air laut untuk Cd adalah sebesar 0,01 mg/l. Hal tersebut menunjukkan bahwa perairan kawasan Pantai Kenjeran Surabaya merupakan suatu perairan yang dengan tingkat polusi berat, karena memiliki kandungan logam berat dalam air dan organisme yang hidup di dalamnya cukup tinggi.

4.1.2. Konsentrasi Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Insang Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Berdasarkan hasil analisis Konsentrasi logam berat Cd pada jaringan insang kerang hijau pada tabel 4.1 dapat diketahui Konsentrasi Cd berkisar antara 50.23 mg/l-70.39 mg/l. Akumulasi logam Cd yang tinggi dalam insang diduga karena Kerang hijau bersifat *filter feeder* yaitu mendapatkan makan dengan jalan menyaring air yang masuk ke dalam tubuhnya. Logam Cd yang terakumulasi dalam insang kerang hijau diduga selain berasal dari air laut juga berasal dari makanan yang dimakan oleh kerang hijau. (Asikin, 1986) menyatakan Makanan kerang dapat berupa *zooplankton*, *fitoplankton*, *bakteri*, *flagellate*, *protozoa*, *detritus*, *alga*, dan berbagai zat yang tersuspensi dalam perairan tempat tinggalnya. Menurut Purves, dalam Tri wahyuni (2001), bahwa, *phitoplankton* menyerap logam berat yang terbesar di perairan melalui adsorpsi, umumnya dalam bentuk anorganik. Sehingga *phitoplankton* yang hidup pada daerah tercemar logam berat besar kemungkinan mengandung logam berat, dengan demikian *phitoplankton* yang mengandung logam berat tersebut dimakan oleh kerang hijau akan masuk ke dalam tubuh kerang dan akan terakumulasi pada

jaringan yang peka terhadap toksisitas logam berat seperti insang dan berikatan dengan senyawa-senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam jaringan insang.

Tiap-tiap filament insang mempunyai banyak lamella sekunder dengan dinding tipis. Lamella primer : ephitellium pada lamella primer terdiri dari beberapa lapis sel, terdapat 2 bentuk sel pada lamella ini yaitu : sel *monocyte* merupakan sel *chloride* yang berfungsi dalam pembuangan garam pada organisme air laut dan pengambilan garam pada organisme air tawar, sel *monocyte* yang berfungsi untuk menghasilkan mucus (Affandi dan Tang, 2002)..

Lamella sekunder terdapat pada bagian atas dan bawah permukaan lamella primer dan ditutupi oleh dinding (*epithelium*) yang tipis. *Ephitellium* tersebut terletak dibawah membran yang didukung oleh sel pillar. Jarak antar sel pillar disebut lacunae yang menghubungkan darah arteri afferent dan efferent.

Sel-sel lain yang ditemukan pada lamella primer dan sekunder adalah : *melanosit*, *limposit*, *makropage*, *sel endothelid*, *sel mucous*, *sel rodlet* dan sel *chloride*. Sel *chloride* terletak antara lamella sekunder pada filament insang. Toksisitas logam-logam berat yang melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap organisme air yang disebabkan oleh proses *anoxemia*, yaitu terhambatnya fungsi pernafasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang. Unsur-unsur logam berat yang mempunyai pengaruh terhadap insang adalah timah, seng, besi, tembaga, cadmium dan merkuri (Affandi dan Tang, 2002).

Dalam suatu percobaan laboratorium yang dilakukan oleh Hemerald dkk, (dalam Darmono, 2001). Pada kerang air tawar *a cygnea*, akumulasi Cd yang ditemukan dalam jaringan menunjukkan garis linear pada dosis pemberian 5 mg/l Cd dalam air. Sedangkan pada dosis Cd 25 mg/l Cd, akumulasinya berfluktuasi dalam selang pemberian 4 minggu. Setelah 10 minggu terlihat kenaikan tajam akumulasi Cd dalam jaringan. Konsentrasi Cd berturut-turut dari yang tinggi ke rendah di antara jaringan kerang adalah insang>labial>mantel>ginjal>usus> dan hati>kaki

4.1.3. Konsentrasi Logam Berat Cadmium (Cd) pada Hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)

Logam berat dalam air kebanyakan berbentuk ion dan logam diserap oleh kerang secara langsung melalui air yang melewati membran insang atau melalui makanan. (Darmono, 2001). Berdasarkan hasil analisis Konsentrasi logam berat Cd pada organ hati kerang hijau, diketahui bahwa akumulasi logam berat Cd pada organ hati kerang hijau berkisar antara 31.08 mg/l - 44.53 mg/l. Konsentrasi logam berat Cd pada hati lebih rendah jika dibandingkan dengan logam berat Cd pada insang hal ini di duga karena sebelum mencapai organ target bahan toksik dapat diabsorpsi oleh jaringan dalam komponen tubuh, seperti *protein plasma* dan jaringan tubuh, dan hati pada kerang hijau mempunyai fungsi sebagai *detoksikasi* sehingga Konsentrasi logam berat Cd pada organ hati lebih rendah dibandingkan insang.

Setelah bahan toksik masuk, bahan toksik tersebut beredar ke seluruh tubuh mengikuti aliran darah, sistem getah bening dan aliran *intracellular sitoplasma*. Sebelum mencapai *sel reseptor* (organ target), bahan toksik diabsorpsi oleh komponen tubuh, seperti *protein plasma* dan jaringan tubuh, transport bahan toksik ke reseptor menjadi lebih cepat bila berikatan dengan *protein plasma*. Adsorpsi bahan toksik pada jaringan tertentu dapat pula mengakibatkan jumlah molekul yang mencapai *reseptor* menjadi lebih kecil (Setyawati, 2005)

Konsentrasi logam Cd yang tinggi di hati terjadi karena intensitas masuknya logam ke dalam organisme yang terus menerus, sehingga hati mempunyai keterbatasan dalam mengeliminir bahan pencemar yang terus masuk ke dalam tubuh. Lama kelamaan akan bisa menyebabkan perubahan dalam bentuk morfologi, reproduksi dan genetika bahkan bisa menyebabkan kematian pada organisme karena keterbatasan organ tubuh untuk mengeliminasi bahan pencemar sangat kecil dibandingkan dengan intensitas atau banyaknya bahan pencemar yang masuk ke dalam tubuh organisme tersebut.

Konsentrasi logam berat Cd banyak terkandung dalam tubuh kerang hijau (*Mytilus viridus*) baik insang maupun hati kerang hijau (*Mytilus viridus*). Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono, (2001), bahwa akumulasi logam pada jaringan tubuh organisme dari yang besar ke yang terkecil berturut-turut pada, insang, hati dan daging. Berdasarkan kekuatan penetrasi logam ke dalam jaringan berturut-turut ialah : Cd, Hg, Pb, Cu, Zn, dan Ni.

Penelitian yang dilakukan oleh Sulistyorini *et.al* (2000) menyatakan bahwa, kandungan logam Cd tertinggi terdapat pada cumi dan yang kedua adalah

pada kerang. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa kandungan Cd berkisar antara 50.23 mg/l-70.39 mg/l pada insang dan hati kerang hijau kerang hijau berkisar antara 31,08 mg/l - 44.53 mg/l. Dengan demikian penelitian ini mengkonfirmasi kembali hasil penelitian yang dilakukan oleh Keman, dkk, (2002) yang menunjukkan bahwa kerang bulu yang dijual di daerah Pantai Kenjeran Surabaya mengandung logam Cd yang berkisar antara 1.61 mg/l-3.97 mg/l.

Jika dikaitkan dengan dengan ketentuan ILO/WHO yang menyatakan bahwa kandungan Cd yang diperbolehkan dalam tubuh hewan laut yang dikonsumsi oleh manusia dalam hal ini kerang hijau maka dapat dikatakan angka tersebut telah melebihi ketentuan yang ada yaitu sebesar 0.1 mg/l.

Penyebab utama pencemaran logam berat diperairan adalah buangan limbah industri dan di sepanjang Kali Surabaya terdapat industri PT.Aneka kimia yang di duga berpotensi menghasilkan limbah Cd ke perairan Kenjeran. Hal ini sesuai dengan pendapat Sastrawijaya (1994) bahwa, industri kimia banyak menggunakan unsur-unsur logam seperti Timbal (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Air raksa (Hg) Kroom (Cr), Nikel (Ni), Kalsium (Ca), Magnesium, Kobalt (Co) dll, jika limbah-limbah ini masuk keperairan maka akan terjadi peningkatan jumlah ion logam di perairan.

Sastrawijaya (1994) menyatakan bahwa terdapat 200 buah pabrik di sepanjang kali Surabaya (lampiran). Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah (2006) menyatakan bahwa, jumlah bangunan rumah dan pabrik disepanjang kali Surabaya berjumlah 3500 buah. Keberadaan bangunan tersebut akan meningkatkan pula jumlah limbah yang dibuang ke perairan Kenjeran.

Penelitian yang dilakukan oleh Taftazani (dalam Sari, 2006) yang menyatakan bahwa perairan Pantai Kenjeran telah tercemar logam berat Hg, Cd, Cr, dan Co.

Tumpukkan sampah rumah tangga yang terdapat di kali Surabaya juga dapat menyumbang pencemaran di perairan Kenjeran seperti batu baterai, Plastic, Sisa Accu dan Lampu neon yang merupakan sumber pencemaran Logam berat Mercury dan Cadmium. Palar (1994) menyatakan bahwa Cd banyak digunakan dalam industri baterai, bahan pewarnaan, plastik percetakan dan tekstil. Dengan demikian konsentrasi Cd yang terdapat pada perairan Kenjeran akan mengalami peningkatan begitu pula pada organisme yang ada di dalamnya dalam hal ini kerang hijau seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan bertambahnya industri yang terdapat di sepanjang aliran-aliran kali Surabaya.

Tingginya konsentrasi Cd pada perairan dan kerang hijau yang hidup di perairan Kenjeran tersebut dapat menjadi cermin bagi kita semua bahwa pencemaran di Kenjeran adalah awal dari bencana bagi generasi kita bila kita tidak segera menyikapinya. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah (2003), menyatakan, bahwa sebagian pakar kesehatan memprediksikan 5 atau 10 tahun lagi Kenjeran akan dapat mungkin menjadi Minamata II.

Apabila kerang dengan kandungan logam Cadmium tinggi dikonsumsi oleh manusia maka dalam tubuh manusia akan terjadi akumulasi (disebut sebagai proses biomagnifikasi) logam Cd yang toksik ini pada organ-organ tubuh tertentu seperti ginjal, jaringan saraf, sistem reproduksi dan kemungkinan berakibat karsinogenik dan kanker prostat pada manusia (APHA, 1985). Kumpulan gejala keracunan terus menerus dan kronis oleh logam Cd dikenal dengan nama penyakit

itai-itai (artinya “aduh-aduh”) yang menggambarkan penderitaan atau rasa nyeri di daerah persendian pasien yang disebabkan terjadinya proses *osteomalacia*. Penyakit ini diidentifikasi pertama kali pada tahun 1960 di daerah Toyama, Jepang (Keman, 2002).

Kerang hijau merupakan biota laut yang yang kaya akan zat-zat organik seperti yodium dan mempunyai protein yang tinggi, sehingga kerang hijau dapat dijadikan sebagai salah satu penunjang kebutuhan protein hewani bagi manusia. Jika dikaitkan dengan dengan ketentuan ILO/WHO yang menyatakan bahwa kandungan Cd yang diperbolehkan dalam tubuh hewan laut yang dikonsumsi oleh manusia dalam hal ini kerang hijau maka dapat dikatakan angka tersebut telah telah melebihi ketentuan yang ada yaitu sebesar 0.1 mg/l. Sehingga kita harus waspada apabila mengkonsumsi kerang hijau secara terus menerus, karena dapat membahayakan bagi kesehatan tubuh manusia. Firman Allah dalam Qs. Al-Maidah 5:96

أُحِلَّ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَطَعَامُهُ مَتْنَعًا لَكُمْ وَلِلسَّيَّارَةِ وَحُرْمَ عَلَيْكُمْ صَيْدُ الْبَرِّ مَا دُمْتُمْ حُرْمًا
وَاتَّقُوا اللَّهَ الَّذِي إِلَيْهِ تُحْشَرُونَ ﴿٦٦﴾

Dihalalkan bagimu binatang buruan laut dan makanan (yang berasal) dari laut sebagai makanan yang lezat bagimu, dan bagi orang-orang yang dalam perjalanan; dan diharamkan atasmu (menangkap) binatang buruan darat, selama kamu dalam ihram. dan bertakwalah kepada Allah yang kepada-Nyalah kamu akan dikumpulkan. (Qs. Al-Maidah 5:96)

Firman Allah Qs. Al-Maidah 5:4:

يَسْأَلُونَكَ مَاذَا أُحِلَّ لَهُمْ قُلْ أُحِلَّ لَهُمُ الطَّيِّبَاتُ

Mereka menanyakan kepadamu: "Apakah yang Dihalalkan bagi mereka?". Katakanlah: "Dihalalkan bagimu yang baik-baik (Q.S. Al-Maidah 5:4)

Al-Fanjari, (2005) menyatakan Islam menghalalkan semua jenis makanan yang mempunyai faedah dan tidak membahayakan bagi kesehatan jasmani manusia. Tujuan medis tersebut adalah kembali kepada prinsip bahwa islam tidak membiarkan para pemeluknya dalam kondisi lemah fisik dan terganggu kesehatannya, Rasulullah bersabda yang artinya “*Seorang mukmin yang kuat lebih disukai dan lebih baik di sisi Allah daripada seorang mukmin yang lemah*”.

4.2. Hubungan Antara konsentrasi Logam Berat Cadmium (Cd) pada Air Laut dengan Cd pada Insang Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Berdasarkan hasil analisis regresi sederhana dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat Cadmium pada air laut (X) terhadap konsentrasi logam berat Cadmium pada insang kerang hijau (Y) terdapat hubungan yang *significant* dengan nilai 0,22 sehingga didapatkan persamaan regresi berikut:

$$Y = 18.354 + 5.9863 X$$

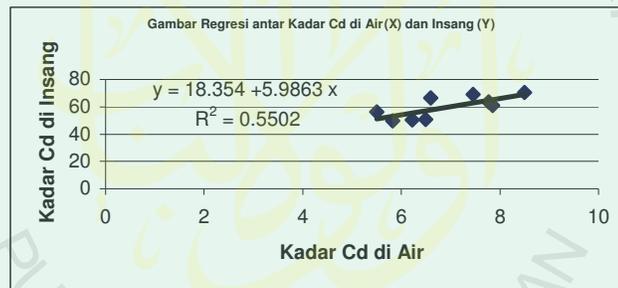
Berdasarkan hasil persamaan regresi sederhana di atas, dapat diartikan dengan kenaikan atau penurunan Cd pada air laut sebesar 1 mg/l maka akan diikuti dengan kenaikan atau penurunan Konsentrasi Cd pada organ insang sebesar 5,9863 mg/l. Sedangkan R yang diperoleh sebesar 0.5502 yang dapat diartikan Cd pada air laut berpengaruh terhadap insang kerang hijau (*Mytilus viridus*)

Hal di atas disebabkan karena insang pada kerang hijau (*Mytilus viridus*) berfungsi untuk bernafas dan mengambil makanan. Kerang hijau (*Mytilus viridus*) sebagaimana yang digunakan dalam penelitian ini bersifat *filter feeder* dan *sessile* (menetap). Setyawati, (2007) menyatakan insang sangat dipengaruhi oleh perubahan fisika, kimia dan biologi air. Hal ini karena insang setiap saat berhubungan dengan air. Menurut Mukono, (2005) di dalam insang terdapat banyak kapiler untuk memastikan penyerapan oksigen yang memadai, karena itu bahan toksik dalam air sangat memungkinkan untuk masuk ke dalam tubuh kerang melalui insang.

Keeratan hubungan antar air laut dengan insang ini sejalan dengan fungsi insang sebagai alat pernafasan juga berfungsi dalam memperoleh makanan pada kerang hijau. Dalam hal ini insang berhubungan langsung dengan air dalam bernafas dan memperoleh makanan. Dalam air laut yang terkontaminasi oleh toksikan, baik secara langsung maupun tidak langsung bahan pencemar tersebut akan ikut masuk atau terikat pada jaringan insang pada saat kerang hijau bernafas dan memperoleh makanan.

Bahan toksik masuk ke tubuh organisme melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat pemejanaan atau tempat absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa transpor melintasi membran. Proses transportasi dapat berlangsung dengan 2 cara : transpor pasif (yaitu melalui proses difusi) dan transpor aktif (yaitu dengan sistem transpor khusus, dalam hal ini zat lazimnya terikat pada molekul pengemban).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rosjadi (dalam Lu, 1995), diketahui bahwa berbagai organisme, termasuk invertebrate mempunyai *metallotienin* (MT) yang merupakan protein pengikat logam dalam tubuhnya. Fungsi utama MT dalam invertebrate adalah meregulasi mineral *essensial* (Zn dan Cu) dan detoksikasi logam toksik (Cd dan Hg). Sedangkan Surpanopas et.al (2005) menyatakan, bahwa pengambilan Pb oleh tubuh *Mollusca* laut *Nerita saxtilis* yaitu melalui permukaan permeabel pada seluruh tubuh, pada *Unio pictorum*, ditemukan bahwa insang merupakan jaringan pengakumulasi yang efektif terhadap logam Pb, hal ini dikarenakan mekanisme masuknya Pb dalam tubuh organisme melalui insang terlebih dahulu.



Gambar 4.2.1: Grafik hubungan antara Konsentrasi Cd pada air laut dengan Cd pada insang kerang hijau

4.3. Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Cadmium (Cd) pada Air Laut dengan Cd pada hati Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

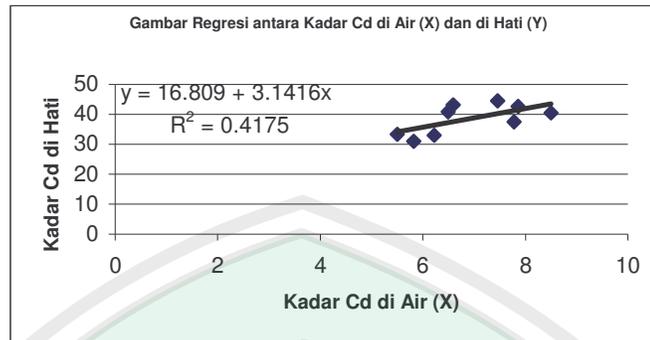
Berdasarkan hasil analisis uji regresi sederhana dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat Cadmium pada air laut (X) dengan Konsentrasi logam berat Cadmium pada hati kerang hijau (Y) terdapat hubungan yang tidak *significant* dengan nilai 0,60 (probabilitas lebih besar dari 0,5) sehingga didapatkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 16,809 + 3.1416 X$$

Berdasarkan hasil regresi sederhana, tersebut dapat diartikan dengan kenaikan atau penurunan Cd pada air laut memberikan pengaruh yang tidak *significant* dengan kenaikan atau penurunan Cd dalam hati. R squares yang diperoleh sebesar 0,4175 yang dapat diartikan hubungan keduanya sangat kecil

Hal ini mengandung arti bahwa efektivitas absorpsi dan distribusi toksikan pada kerang hijau lebih cepat dari pada efektivitas eliminasi toksikan. Toksikan masuk ke dalam kerang hijau melalui saluran pernafasan yaitu insang menyaring bahan toksikan masuk ke dalam tubuh, selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh melalui aliran darah dan akhirnya terakumulasi di hati sedang hati mempunyai keterbatasan untuk mengeliminasi bahan pencemar sangat kecil dibandingkan dengan intensitas atau banyaknya bahan pencemar yang masuk ke dalam tubuh kerang hijau (*Mytilus viridus*).

Adanya bahan kimia dalam lingkungan harus melewati beberapa fase untuk masuk kedalam tubuh organisme. Setyawati, (2005) menyatakan, bahan kimia di dalam lingkungan, setelah melewati urutan fase pertama yaitu fase persentuhan atau fase kontak Fase persentuhan adalah cara persentuhan antara lingkungan dengan suatu bahan kimia untuk pertama kalinya, maka selanjutnya akan menuju pada fase kinetik yang meliputi absorpsi-distribusi-metabolisme dan ekskresi. Akumulasi Cd yang tinggi dalam hati kerang hijau disebabkan karena logam berat cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik di dalam sel, dengan demikian logam berat akan tinggal akan tinggal lebih lama dalam sel dan tidak segera terekskresi.



Gambar 4.3.1. Grafik hubungan antara Konsentrasi Cd pada air laut dengan Cd pada hati kerang hijau (*Mytilus viridus*)

4.4. Hubungan Antara Konsentrasi Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Insang dengan Cd pada hati Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Berdasarkan hasil analisis uji regresi sederhana dapat diketahui bahwa Konsentrasi logam berat Cadmium pada insang kerang hijau (X) dengan Konsentrasi logam berat Cadmium pada hati kerang hijau (Y) terdapat hubungan yang *significant* dengan nilai 0,29 sehingga dari uji regresi tersebut didapatkan persamaan regresi sebagai berikut :

$$Y = 12,659 + 0.4331 X$$

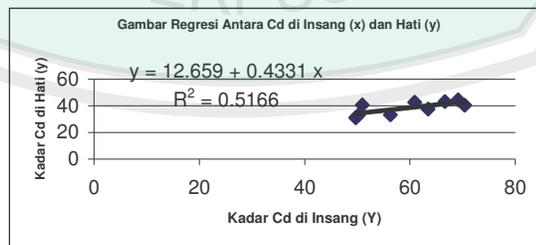
Berdasarkan hasil uji regresi sederhana (pada lampiran 1-4) dapat digambarkan seperti pada grafik di atas yang dapat diartikan dengan kenaikan atau penurunan Cd pada insang sebesar 1 mg/l maka akan di ikuti dengan kenaikan atau penurunan pada hati sebesar 0.4331 mg/l atau sebaliknya. Sedangkan R squares yang diperoleh sebesar 0,5166. Artinya Konsentrasi Cd pada insang berpengaruh terhadap kandungan Cd pada hati kerang hijau (*Mytilus viridus*).

Hal ini di duga toksikan masuk ke dalam darah melalui saluran pernafasan, pencernaan dan kulit. Lu, (1995) menyatakan, volume aliran darah di dalam hati

paling tinggi, akibatnya hati paling banyak terpajan toksikan, selain itu fungsi metabolisme pada organ ini lebih besar, sehingga lebih peka terhadap toksikan.

Keeratan hubungan antara insang dan hati kerang hijau ini disebabkan oleh adanya proses fisiologis yang terjadi dalam tubuh kerang hijau tersebut. Insang berfungsi sebagai filter yang pertama dalam masuknya toksikan dan akan menyaring toksikan tersebut. Toksikan yang tidak mampu disaring oleh insang akan diekskresikan oleh hati, karena hati berfungsi dalam detoksikasi toksikan dalam tubuh.

Setelah toksikan masuk ke dalam darah melalui saluran pernafasan, pencernaan dan kulit, toksikan tersebut akan mengalami ekskresi, biotransformasi, akan memberikan efek farmakologi, patologi dan merusak *Deoxyribo Nucleic Acid* (DNA). Bahan toksikan yang masuk ke dalam proses biotransformasi akan mengalami detoksifikasi dan aktivasi. Detoksifikasi akan menghasilkan metabolit yang non toksik dan aktivasi akan menghasilkan metabolit yang toksik. Selanjutnya metabolit non toksik akan mengalami ekskresi dan metabolit toksik akan memberikan efek farmakologi, patologi dan merusak DNA (Mukono, 2005).

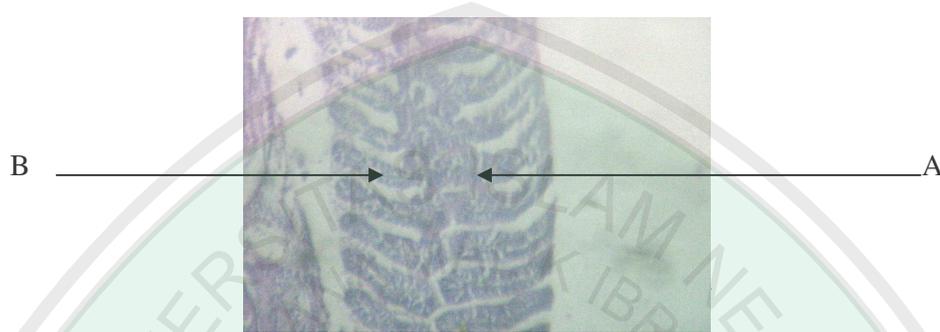


Gambar 4.4.1. Grafik hubungan antara Konsentrasi logam berat Cd pada insang dengan Cd pada hati kerang hi

4.4. Struktur Histologis Insang dan Hati Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

4.4.1. Struktur Histologi Insang Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)

Berdasarkan hasil pengamatan pada struktur histologi insang dan hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) secara mikroskopik di dapatkan hasil seperti gambar berikut ini

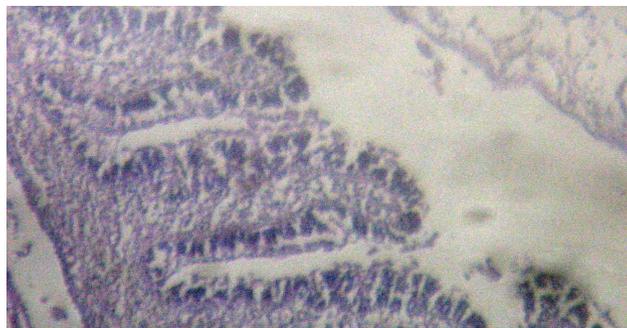


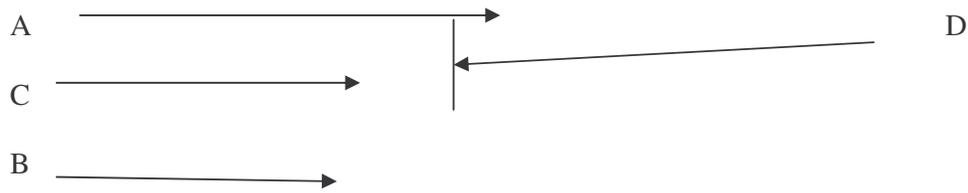
Gambar 4.4.1. Struktur histologi insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada stasiun 1

Keterangan

- A : Hiperplasia
- B : Ruang Kosong

Insang menunjukkan degenerasi struktural, sel-sel mengalami hiperplasia (A) yaitu peningkatan volume jaringan atau organ dengan di ikuti meningkatnya jumlah sel-sel di dalamnya, sehingga nampak berupa pembesaran epithelium dengan penambahan jumlah di dalamnya. Hal ini diduga karena akumulasi Cd yang terikat pada epitel. Mengalami piknosis (B) akibat mengecilnya ukuran inti sehingga sel terdesak ke membran sel. Selain itu pada insang terdapat ruang kosong yang di duga karena banyaknya sel yang pecah atau hilang



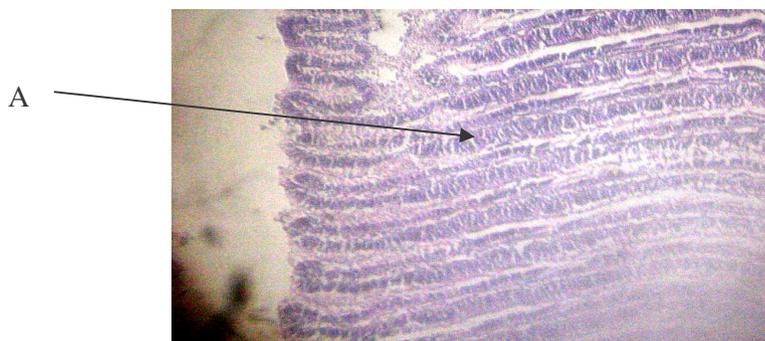


Gambar 4.4.2. Struktur histologi insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada stasiun 2

Keterangan :

- A: Nekrosis
- B: Hiperplasia
- C : Ruang kosong
- D : Hiperplasia

Insang terjadi degenerasi struktural, sel-sel mengalami hiperplasia, yaitu peningkatan volume jaringan atau organ dengan di ikuti meningkatnya jumlah sel-sel di dalamnya dan degenerasi berkembang menjadi nekrosis(A), sel yang mengalami nekrosis akan pecah dan akhirnya akan terjadi pendarahan pada area tersebut. Hal tersebut diduga bahwa pada epitel terjadi pengikatan Cd menjadi ligan yang berlangsung dengan konsentrasi Cd yang lebih besar sehingga dapat menghambat fungsi epitel. Darmono, (2001) menyatakan, bahwa logam Cd termasuk logam-logam yang lebih reaktif terhadap ikatan ligan di dalam sel. Apabila sel mengikat logam yang salah (nonessensial) maka akan menyebabkan rusaknya kemampuan katalisis (detoksifikasi) dari sel itu sendiri.



B →

Gambar 4.4.3. Struktur histologi insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada stasiun 3

Keterangan :

A: Hiperplasia

B : Ruang Kosong

Insang mengalami degenerasi progresif yaitu bentuk pada lamella insang menyatu seperti tongkat pemukul. Hal ini diduga karena akumulasi logam berat secara terus menerus sehingga insang berada pada kondisi dengan ruang antar lamella sekunder dengan sel interlamella sangat berdekatan

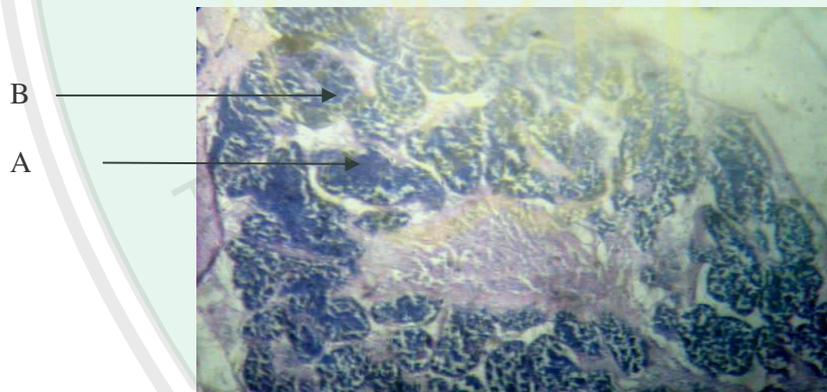
Setelah mengalami nekrosis pada sel epitel dan pecah oleh kerusakan secara fisik, kimiawi dan biologi, maka lamella pada insang akan terjadi pemulihan yang ditandai dengan luka yang tertutup oleh banyaknya sel interlamella. Namun apabila kerusakan yang terjadi semakin parah maka insang akan terlihat menyatu pada pengamatan histologi. Proses ini sangat diperlukan dalam pemulihan insang. Namun, efisiensi pernafasan eksternal menjadi sangat buruk karena lamella sekunder telah tertutup sempurna oleh sel-sel interlamella yang mengakibatkan kesulitan bernafas karena kekurangan oksigen (Setyawati, 2005).

Insang kerang hijau stasiun 1,2 dan 3 mengalami degenerasi pada fase kalsifikasi, hal tersebut terlihat pada sel epitel banyak mengalami piknosis dan terdorong kesalah satu dinding sel lamella selain itu terdapat banyak ruang

kosong pada lamella yang kemungkinan disebabkan karena hilangnya atau pecahnya sel menjadi garam kapur.

Penelitian yang di lakukan oleh Hughes dkk (dalam Darmono, 2001), melaporkan pengaruh toksisitas Cd, NI, dan Cr pada morfologi insang ikan salmon. Ikan akan mengalami hipoksia (karena kesulitan mengambil oksigen dari air) sehingga terjadi penebalan pada sel epitel insang, yang mengakibatkan ikan kurang mampu berenang yang diekspos dengan Ni berdosisi 3,2, mg/l. sedangkan ikan fundulus heteroclitus yang diekspos 50 mg/l selama 20 jam didapati insang mengalami hiperplasia pada bagian lamela dan interlamela epitel filamen.

4.5.2. Struktur histologi Hati Kerang Hijau (*Mytilus viridus*)



Gambar 4.5.2.1 Struktur histologi hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada stasiun 1

Keterangan:

A: Hepatosit

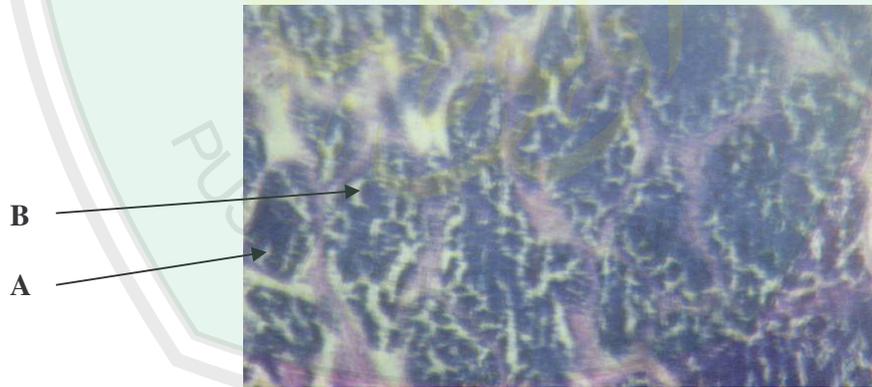
B : Vakuola

Hati pada stasiun 1 mengalami degenerasi parenkim yang ditandai dengan adanya perubahan bentuk *hepatosit*, degenerasi lemak yang tampak berupa vakuola-vakuola (ruang-ruang kosong) degenerasi lemak terlihat lebih banyak

terdapat pada stasiun 2 yang dapat dilihat pada gambar 4.4.1. Dalam Setyawati, (2005) disebutkan bila kerusakan pada hati terjadi maka degenerasi vakuola dapat ditemukankerusakan yang terjadi tersebut menyebabkan fungsi hahti yang kompleks menjadi hilang.



Gambar 4.5.2.2. Struktur histologi hati kerang hijau (*mytilus viridus*) pada stasiun 2.



Gambar 4.5.2.3. Struktur histologi hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada stasiun 3.

Keterangan:

A :Hepatosit

B : Vakuola

Struktur histologi hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada stasiun 3 mengalami degenerasi struktural berupa *cloudy swelling* pada hepatosit, secara

mikroskopik sel-sel tampak membesar, warnanya terlihat keruh dan tersebar, banyak ditemukan adanya vakuola. Hibiya (dalam Zakiyah, 2006) menyatakan bahwa, *cloudi swelling* merupakan hasil dari selyang menggelembung dimana terdapat butir-butir eosinofilik pada sitoplasma, buti-butir halus terbentuk oleh mitokondria yang membengkak. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kumulasi Cd yang terlibat dalam proses enzimatik hati, perubahan bentuk tersebut merupakan respon fisiologis yang berpotensi untuk membentuk suatu kerusakan pada hati.

Kematian sel hati terjadi bersama dengan pecahnya membran plasma. Tidak ada perubahan ultrastruktural membran yang dapat di deteksi sebelum pecah. Namun ada beberapa perubahan yang mendahului kematian sel. Perubahan morfologik awal antara lain berupa edema sitoplasma. Perubahan yang terdahulu merupakan pembengkakan mitokondria progresif dengan kerusakan Krista, pembengkakan sitoplasma, penghancuran organel dan inti dan pecahnya *membran plasma* (Lu, 1995).

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan , dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perairan Pantai Kenjeran merupakan perairan yang mempunyai tingkat pencemaran yang berat, karena kandungan logam berat yang tinggi dalam air dan biota yang hidup didalamnya.
2. Kandungan logam berat Cd tertinggi terdapat pada insang (50.23-70.39 ppm) kemudian hati (31.08-44.53 ppm), dan terendah terdapat pada air laut (6.73-7.37 ppm).
3. Hubungan antara kandungan Cd pada air laut dengan Cd pada insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) significant 0,22. Hubungan Cd antara insang dengan Cd dalam hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) adalah significant. 0.29. Sedangkan hubungan kandungan Cd pada air laut dengan Cd pada hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) 0.60 tidak significant (probabilitas lebih dari 0.05)
4. Struktur histologi insang kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada semua stasiun sel mengalami degenerasi struktural berupa hiperplasia, nekrosis dan terdapat ruang-ruang kosong. Degenerasi yang terjadi pada insang telah sampai pada fase kalsifikasi.

5. Struktur histologi hati kerang hijau (*Mytilus viridus*) pada Semua stasiun mengalami pelemakan, akan tetapi degenerasi lemak paling banyak terdapat pada stasiun 2. Perubahan-perubahan bentuk tersebut merupakan respon fisiologis yang berpotensi untuk membentuk suatu kerusakan pada hati.

5.2. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut akumulasi logam berat Cd pada biota laut lainnya terhadap organ yang peka terhadap toksisitas lainnya seperti saluran pencernaan (usus).

DAFTAR PUSTAKA

- Al-fanjary, Sauqi, Ahmad. 2005. *Nilai Kesehatan Dalam Syariat Islam*. Bumi Aksara. Jakarta
- Anonymus, Anatomy-bivalve <http://www.visual.merriam-webster.com> . Di Akses 6 Maret 2008
- Anonymus, 2007. <http://www.surya.co.id>. Di akses 6 maret 2008.
- Asikin. 1982. *Kerang Hijau*. Pt. Penebar Swadaya : Jakarta
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup Dan Pencemaran*. Universitas Indonesia - Press. Jakarta
- Etik, Sari Yunita. 2006. *Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd, Se dan Zn dalam Cuplikan Air, Sedimen, dan Biota Diperairan Surabaya dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron*. Universitas Brawijaya : Malang
- Fachrudin, s. 1992. *Ensiklopedia Al-Qur'an Buku 1*. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Ghani Abdul, A. 2002. *Profil Kandungan Logam Berat Cd Dan Cr Dalam Daging Kupang Beras (Telline versicolor) (Study Kasus Pada Kupang Beras Yang Dipasarkan Di Pantai Kraton Pasuruan)*. F.P. Universitas Jember (UNEJ). Jember.
- Gunawan, A. 2000. *Studi Tentang Pencemaran Logam Berat Chromium (Cr) Dengan Bioindikator Kerang Darah (Anadara granosa L) Diperairan Pantai Kenjeran Surabaya*. FP. Brawijaya. Malang.
- Grolier International INC. 2001. *Mengenal Ilmu Unsur Alam Bumi*. PT Ikrar Mandiri Abadi. Jakarta
- Hartati. Dwi Setyawati. 2005. *Diktat Kuliah Toksikologi Dan Hygiene*. Fakultas Perikanan Brawijaya. Malang
- Nursanti, Dian, 2006. *Bioakumulasi Logam Cadmium dan Pengaruhnya Terhadap Struktur Histologis Saluran Pencernaan Megabalanus Sp dari Pantai Bale Kambang*. Universitas Brawijaya : Malang.
- Keman dkk, 2002. *Efektivitas Larutan Asam Cuka untuk Menurunkan Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Dalam Daging Kerang Bulu*. FKM. UNAIR
- Lu, F, C. 1995. *Toksikologi Dasar, Asas, Organ Sasaran, Dan Penilaian Resiko, edisi II*. Diterjemahkan oleh Edi Nugroho. Universitas Indonesia. Jakarta.

- Mahrhan, Jamaluddin, Mubasyir. 2007. *Al-Qur'an Bertutur Tentang Makanan Dan Obat-Obatan*. Mitra pustaka. Yogyakarta.
- Masruroh, Fitriyatul. 2005. *Toleransi Bakteri Pengakumulasi Logam Berat Cadmium Terhadap Berbagai Jenis Logam*. Universitas Brawijaya : Malang
- Mukono, 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Airlangga university press. Surabaya
- Mulyanto, Dkk. 1996. *Studi Tentang Konsentrasi Merkuri (Hg) dan Hubungannya Dengan Kondisi Insang Kerang Bulu (Anadara maculosa REEVE) di Perairan Pantai Kenjeran Surabaya*. FP. Brawijaya. Malang.
- Palar, Suhendrayatno. 1994. *Toksikologi dan Pencemaran Lingkungan*. PT. Rineka Cipta . Jakarta.
- Rahman, afzalur. 1992. *Al-Qur'an Sumber Ilmu Pengetahuan*. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Sastrawijaya, A. Tresna. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. PT. Rineka Cipta : Jakarta
- Sudaryanto dkk, 2005. Kontaminasi Organoklirin Persisten Dalam Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Indonesia. *Jurnal Kimia Lingkungan. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. ISSN 0125-9830 No 37 : 1-12 di Akses Bulan Juli 2007.
- Suhendrayatna dkk. 2001. *Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan*. <http://www.iste.cs.org./publication/japan/010211-Suhendrayatna> : PDF.
- Suryabrata. 1992. *Metodologi Penelitian*. CV. Rajawali. Jakarta
- Wardhana, Wisnu Arya. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Wijarni. 1990. *Diktat Kuliah Avertebrata Air I (bagian Plathihelminthes, Nemerteans, Aschelminthes, Mollusca)*. Universitas Brawijaya. Malang
- Wulandari, Tri Wahyuni, 2004. *Penggunaan Kerang Darah (Anadara Granosa L) Untuk Memonitor Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Di Muara Gisik Cemandi Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo*. FP. Brawijaya. Malang

Lampiran (1 – 4)

Correlations

Correlations				
	Kadar Cd pd Air laut	Kadar Cd pd Insang	Kadar Cd pd Hati	
Kadar Cd pd Air lau	Pearson Correlation	1.000	.742*	.646
	Sig. (2-tailed)	.	.022	.060
	N	9	9	9
Kadar Cd pd Insang	Pearson Correlation	.742*	1.000	.719*
	Sig. (2-tailed)	.022	.	.029
	N	9	9	9
Kadar Cd pd Hati	Pearson Correlation	.646	.719*	1.000
	Sig. (2-tailed)	.060	.029	.
	N	9	9	9

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kadar Cd ^a pd Air laut	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kadar Cd pd Insang

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.742 ^a	.550	.486	5.91439

a. Predictors: (Constant), Kadar Cd pd Air laut

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	299.503	1	299.503	8.562	.022 ^a
	Residual	244.860	7	34.980		
	Total	544.363	8			

a. Predictors: (Constant), Kadar Cd pd Air laut

b. Dependent Variable: Kadar Cd pd Insang

Coefficients^b

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	18.354	14.281		1.285	.240
	Kadar Cd pd Air laut	5.986	2.046	.742	2.926	.022

a. Dependent Variable: Kadar Cd pd Insang

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kadar Cd pd Insang ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kadar Cd pd Hati

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.719 ^a	.517	.448	3.69387

a. Predictors: (Constant), Kadar Cd pd Insang

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	102.086	1	102.086	7.482	.029 ^a
	Residual	95.513	7	13.645		
	Total	197.599	8			

a. Predictors: (Constant), Kadar Cd pd Insang

b. Dependent Variable: Kadar Cd pd Hati

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	12.659	9.538		1.327	.226
	Kadar Cd pd Insang	.433	.158	.719	2.735	.029

a. Dependent Variable: Kadar Cd pd Hati

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kadar Cd _a pd Air laut	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kadar Cd pd Hati

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.646 ^a	.417	.334	4.05515

a. Predictors: (Constant), Kadar Cd pd Air laut

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	82.489	1	82.489	5.016	.060 ^a
	Residual	115.110	7	16.444		
	Total	197.599	8			

a. Predictors: (Constant), Kadar Cd pd Air laut

b. Dependent Variable: Kadar Cd pd Hati

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	16.809	9.792		1.717	.130
	Kadar Cd pd Air laut	3.142	1.403	.646	2.240	.060

a. Dependent Variable: Kadar Cd pd Hati

Lampiran 5

Pewarnaan Hematoxilin-Eosin

1. Slide berisi jaringan
2. Deparafinasi (direndam dalam xilol 3 X) selama 3 menit
3. Perendaman dalam alkohol bertingkat (70 %, 80%, 90%, 96%, dan 100% 3 X).
4. Perendaman dalam hematoxilin (1 menit)
5. Dicuci dalam air mengalir (selama 5-10 menit)
6. Perendaman dalam alkohol 30%, 50%, dan 70%
7. Diwarnai dengan Eosin (selama 5 menit)
8. Perendaman dalam alkohol bertingkat (80%, 90%, 95%, dan 100%) 3X masing-masing selama 5 menit.
9. Perendaman dalam xilol (10 menit)
10. Mounting (penutupan coverglass dengan ethilen)
Pengamatan di bawah mikroskop.

Lampiran 6



Gambar 1 : Lokasi pengambilan kerang hijau stasiun 1



Gambar 2: Lokasi pengambilan kerang hijau pada stasiun 2



Gambar 3: Lokasi pengambilan kerang hijau stasiun 3

Lampiran 7



Gambar: Kerang hijau (*Mytilus viridus*)



Gambar : Proses pengambilan kerang hijau
(*Mytilus viridus*)

Data Pengamatan Air laut, Insang, dan Hati kerang hijau (Anita T) tahap 1

Total Cd

Sampel	ul	m smpl	abs	Cd (ppm)
Air St 1	1	50	0.422	6.752
	2	50	0.406	6.496
Air St 2	1	50	0.482	7.712
	2	50	0.466	7.456
Air St 3	1	50	0.419	6.704
	2	50	0.412	6.592
Insang St 1	1	0.322	0.205	50.932
	2	0.305	0.233	61.115
Insang St 2	1	0.309	0.267	69.126
	2	0.304	0.249	65.526
Insang St 3	1	0.316	0.271	68.608
	2	0.317	0.264	66.625
Hati St 1	1	0.411	0.202	39.319
	2	0.416	0.212	40.769
Hati St 2	1	0.415	0.231	44.530
	2	0.402	0.216	42.985
Hati St 3	1	0.413	0.225	43.584
	2	0.409	0.221	43.227

$$Cd(ppm) = \text{Abs smpl} / \text{Abs standar} * \text{Kons stndar} / m \text{ smpl}$$

$$\text{Abs standar} = 0.474 \text{Kons standar} = 50$$

Data Pengamatan Air laut, Insang, dan Hati kerang hijau (Anita T) tahap 2

Total Cd

Sampel	ul	m smpl	abs	Cd (ppm)
Air St 1	1	50	0.513	8.208
	2	50	0.491	7.856
Air St 2	1	50	0.531	8.496
	2	50	0.525	8.400
Air St 3	1	50	0.479	7.664
	2	50	0.486	7.776
Insang St 1	1	0.306	0.233	60.915
	2	0.319	0.229	57.429
Insang St 2	1	0.314	0.252	64.204
	2	0.308	0.271	70.390
Insang St 3	1	0.314	0.249	63.439
	2	0.317	0.261	65.868
Hati St 1	1	0.416	0.222	42.692
	2	0.421	0.216	41.045
Hati St 2	1	0.401	0.203	40.499
	2	0.415	0.193	37.205
Hati St 3	1	0.413	0.194	37.579
	2	0.418	0.205	39.234

$$Cd(ppm) = \text{Abs smpl} / \text{Abs standar} * \text{Kons stndar} / m \text{ smpl}$$

$$\text{Abs standar} = 0.474 \text{Kons standar} = 50$$

Data Pengamatan Air laut, Insang, dan Hati kerang hijau (Anita T) tahap 3

Total Cd

Sampel	ul	m smpl	abs	Cd (ppm)
Air St 1	1	50	0.350	5.600
	2	50	0.344	5.504
Air St 2	1	50	0.389	6.224
	2	50	0.373	5.968
Air St 3	1	50	0.364	5.824
	2	50	0.361	5.776
Insang St 1	1	0.314	0.221	56.306
	2	0.302	0.205	54.305
Insang St 2	1	0.301	0.189	50.233
	2	0.316	0.173	43.797
Insang St 3	1	0.311	0.184	47.331
	2	0.309	0.192	49.709
Hati St 1	1	0.314	0.136	34.650
	2	0.317	0.132	33.312
Hati St 2	1	0.306	0.125	32.680
	2	0.312	0.129	33.077
Hati St 3	1	0.314	0.122	31.083
	2	0.305	0.127	33.311

$$Cd(ppm) = \text{Abs smpl} / \text{Abs standar} * \text{Kons standar} / m \text{ smpl}$$

Abs standar=0.474Kons standar=50



DEPARTEMEN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Telp. (0342) 551354 Fax. 572533 Malang

BUKTI KONSULTASI

Nama : Anita Trisnawati
Nim : 03520067
Jurusan : Biologi
Dosen pembimbing : Drs. Eko Budi Minarno M.Pd
Judul Skripsi : Studi Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Mytilus viridus*) di Perairan Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya.

No	Tanggal	Materi	Tanda Tangan
1	9 September 2007	Konsultasi BAB I	1.
2	18 September 2007	Konsultasi BAB I, II dan III	2.
3	3 Oktober 2007	Revisi BAB I, II dan III	3.
4	14 November 2007	ACC BAB I, II dan III	4.
5	3 Maret 2008	Konsultasi BAB IV DAN BAB V	5.
6	7 Maret 2008	Revisi BAB IV DAN BAB V	6.
7	19 Maret 2008	ACC BAB IV dan BAB V	7.
8	22 Maret 2008	Penyerahan Keseluruhan BAB I, II, III, IV dan BAB V	8
9	24 Maret 2008	ACC Keseluruhan	9

Malang, 25 Maret 2008

Mengetahui
Ketua Jurusan

DR. drh. Bayyinatul M. M.Si
NIP. 150 283 991



DEPARTEMEN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Telp. (0342) 551354 Fax. 572533 Malang

BUKTI KONSULTASI

Nama : Anita Trisnawati
Nim : 03520067
Jurusan : Biologi
Judul Skripsi : Studi Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Mytilus viridus*) di Perairan Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya.

No	Tanggal	Materi	Tanda Tangan
1	8 Desember 2007	Konsultasi BAB I	1.
2	10 Desember 2007	Konsultasi BAB I dan II	2.
3	2 Januari 2008	Revisi BAB I dan II	3.
4	18 Januari 2008	ACC BAB 1 dan II	4.
5	15 Maret 2008	Konsultasi BAB IV	5.
6	24 Maret 2008	ACC BAB IV	6.
7			7.
8			8

Malang, 24 Maret 2008

Mengetahui
Dosen Pembimbing Agama

Ahmad. Barizi M.A
NIP. 150 283 991