

**KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA ORGANISME
KERANG HIJAU (*Perna viridis* L) SEBAGAI BIOMONITORING
PENCEMARAN LINGKUNGAN DI PERAIRAN PRIGI
KABUPATEN TRENGGALEK**

**LAPORAN SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :
**WAHYU ANGGRAENY C.
0210810059**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN**

MALANG

2007

**KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA ORGANISME
KERANG HIJAU (*Perna viridis* L) SEBAGAI BIOMONITORING
PENCEMARAN LINGKUNGAN DI PERAIRAN PRIGI
KABUPATEN TRENGGALEK**

Oleh :

WAHYU ANGGRAENY C.

0210810059

DOSEN PENGUJI I

(Ir. MUHAMMAD MUSA, MS.)

Tanggal :

DOSEN PENGUJI II

(Ir. KUSRIANI)

Tanggal :

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

(Ir. WIJARNI, MS.)

Tanggal :

DOSEN PEMBIMBING II

(Ir. UMI ZAKIYAH, MS.)

Tanggal :

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN**

(Ir. ABDUL QOID, MS.)

Tanggal :



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga laporan Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Kedua orang tua, atas segala dukungan, dorongan serta nasehat selama penelitian
2. Ibu Ir. Wijarni, MS. , selaku dosen pembimbing I
3. Ibu Ir. Umi Zakiyah, MS. , selaku dosen pembimbing II
4. Bpk Ir. Muhammad Musa, MS. , selaku dosen penguji I
5. Ibu Ir. Kusriani, selaku dosen penguji II
6. Ibu Ir. Endang Yuli H., MS., selaku Ketua Program Studi MSP
7. Bpk Yatno sekeluarga yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini
8. Teman-teman Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Angkatan 2002
9. Semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana

Akhir kata, apabila ada kesalahan baik yang disengaja maupun tidak dalam penulisan laporan Skripsi ini, penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Semoga laporan Skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebaik-baiknya bagi semua pihak.

Malang, 20 Maret 2007

Penulis

RINGKASAN

Wahyu Anggraeny C. Skripsi. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Organisme Kerang Hijau (*Perna viridis* L) Sebagai Biomonitoring Pencemaran Lingkungan di Perairan Prigi Kabupaten Trenggalek. Di bawah bimbingan Ir. Wijarni, MS. dan Ir. Umi Zakiyah, MS.

Pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi oleh manusia secara langsung maupun tidak langsung ke dalam lingkungan yang dapat menyebabkan kerugian karena merusak sumber daya hayati, membahayakan kesehatan manusia, menghalangi aktivitas manusia dan menurunkan mutu suatu lingkungan yang digunakan manusia untuk beraktivitas (Hutagalung, 1991). Jenis limbah yang berasal dari industri, limbah cair pemukiman (*sewage*), pertambangan, pelayaran (*shipping*) dan pertanian dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, dimana salah satunya adalah pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat sangat berbahaya karena logam berat merupakan bahan anorganik (Anonymous, 2005a). Bahan pencemar yang masuk ke ekosistem laut akan dipekatkan melalui proses fisik dan kimiawi dengan absorpsi, pertukaran ion dan pengendapan di dasar laut, sedangkan melalui proses biologi akan diserap oleh organisme laut, seperti avertebrata dan zooplankton (Sianainenia, 2001).

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat yang mempunyai daya racun tinggi dan sering mencemari lingkungan perairan. Pb banyak ditemukan pada tambahan bensin yaitu *tetraethyl lead* (TEL) dan hasil pembakarannya, baterai, cat, beberapa insektisida, serta limbah industri (Anonymous, 2004b). Valenta, *et.al.* (1986) dalam Kiswara (1994) menjelaskan bahwa arus pelayaran merupakan salah satu pencemaran logam Pb yang penting karena berasal dari buangan-buangan bahan bakar kapal-kapal perikanan berupa bensin, solar dan oli, serta kerangka kapal yang terdiri dari logam dan cat yang digunakan untuk mengecat kapal. Menurut Darmono (1995), Pb yang berbentuk tetraetil Pb digunakan untuk melindungi mesin pada kapal-kapal perikanan.

Organisme yang dipergunakan sebagai indikator biologi pencemaran yaitu jenis kerang-kerangan. Kerang hijau (*Perna viridis* L) sebagai organisme *filter feeder* merupakan bioindikator yang baik dalam memonitor adanya suatu zat pencemar (logam berat) yang masuk ke dalam suatu perairan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang berada di wilayah perairan Prigi Kabupaten Trenggalek dengan cara menganalisa sampel kerang, sedimen dan air laut sehingga dapat diketahui besarnya kandungan logam berat Pb pada masing-masing obyek penelitian.

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Prigi, Desa Tasikmadu, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek pada tanggal 15 Juli, 8 Agustus dan 28 Agustus 2006. Metode dalam penelitian ini adalah *metode survey*, yaitu dengan mengamati atau observasi sebagian dari populasi yang ingin diteliti. Sedangkan pengambilan sampel pada tiap stasiun dengan menggunakan teknik "*simple random sampling*" (pengambilan sampel secara acak sederhana). Pengambilan data dalam penelitian ini yaitu terdiri dari data primer dan data sekunder, dimana data primer diperoleh melalui observasi atau

pengamatan langsung di lapang yang meliputi kandungan logam berat Pb pada Kerang Hijau, sedimen dan air laut, serta data kualitas air yang terdiri dari suhu, salinitas, pH, substrat, dan kecepatan arus, sedangkan untuk data sekunder berupa laporan instansi terkait, jurnal serta kepustakaan lain yang menunjang dalam penelitian ini.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 stasiun pengambilan sampel, sedangkan waktu pengambilan sampel pada masing-masing stasiun dilakukan sebanyak 3 kali dengan rentang waktu pengambilan sampel setiap 3 minggu sekali. Stasiun 1 tepat berada didepan pulau Karang Pegat, dimana pulau Karang Pegat tersebut terletak tepat didepan muara, dan disekitar muara sungai terdapat pemukiman penduduk dan areal perkebunan yang cukup luas. Stasiun 2 letaknya berjarak ± 30 m dari bibir muara dan lebih dekat dengan aktivitas pelayaran yang cukup padat karena dekat dengan galangan kapal perikanan, tempat bersandarnya kapal-kapal perikanan, dan tempat pendaratan ikan. Stasiun 3 terletak ± 200 m dari stasiun 1 ke arah timur, dekat dengan areal perkebunan tetapi agak jauh dari pemukiman penduduk, aktivitas pelayaran dan muara sungai.

Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau tertinggi ditemukan di stasiun 1 yaitu mencapai 2,51 mg/l, selanjutnya diikuti stasiun 2 yaitu 2,45 mg/l, dan terendah ditemukan pada stasiun 3 yaitu 2,04 mg/l. Rata-rata kandungan Pb pada sedimen tertinggi ditemukan di stasiun 2 yaitu 15,18 mg/l, selanjutnya diikuti stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 12,43 mg/l, dan terendah ditemukan pada stasiun 3 yaitu 11,02 mg/l. Sedangkan rata-rata kandungan Pb dalam air laut tertinggi ditemukan di stasiun 3 yaitu 0,78 mg/l, selanjutnya diikuti stasiun 1 yaitu 0,75 mg/l, dan terendah pada stasiun 2 yaitu 0,70 mg/l.

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada air laut diperoleh persamaan $Y_{reg} = 0,62 + 1,87x_1$, sedangkan kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada sedimen diperoleh persamaan $Y_{reg} = 0,14 + 0,54x_2$. Dari persamaan dapat diartikan bahwa dengan kenaikan kandungan Pb pada air laut sebesar 0,62 mg/l maka akan diikuti dengan kenaikan Pb pada kerang hijau sebesar 1,87 mg/l, begitu juga dengan kenaikan kandungan Pb pada sedimen sebesar 0,14 mg/l maka akan diikuti dengan kenaikan Pb pada kerang hijau sebesar 0,54 mg/l.

Rata-rata suhu perairan tertinggi pada stasiun 2 yaitu 30 °C, selanjutnya diikuti stasiun 1 dan stasiun 3 dengan suhu rata-rata 28,7 °C. Derajat keasaman (pH) perairan dari ketiga stasiun berkisar 8. Sedangkan rata-rata salinitas tertinggi pada stasiun 3 yaitu 34,7 ‰, selanjutnya diikuti rata-rata salinitas pada stasiun 2 yaitu 32,7 ‰, dan rata-rata salinitas terendah pada stasiun 1 yaitu 32,3 ‰. Rata-rata kecepatan arus tertinggi pada stasiun 3 yaitu 0,16 m/s, diikuti stasiun 1 yaitu 0,13 m/s, dan terendah pada stasiun 2 yaitu 0,12 m/s.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian.....	5
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Ekosistem Perairan Pantai.....	7
2.2 Logam Berat di Lingkungan	8
2.3 Pencemaran Lingkungan Laut.....	12
2.4 Pencemaran Lingkungan Laut oleh Logam Berat.....	16
2.5 Toksisitas Logam Pb Terhadap Makhluk Hidup	18
2.6 Bioindikator Pencemaran	21
2.7 Bioindikator Untuk Pencemaran Logam Berat	23
2.8 Biologi Kerang Hijau	25
2.9 Keadaan Umum Daerah Penelitian	28
2.9.1 Letak Geografis dan Keadaan Topografi	28
2.9.2 Keadaan Umum Perikanan.....	29
2.10 Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Prigi	30

2.11 Karakteristik Perairan Prigi..... 32

III. METODE PENELITIAN 35

3.1 Materi Penelitian 35

3.1.1 Alat..... 35

3.1.2 Bahan 36

3.2 Metode Penelitian 36

3.3 Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel 37

3.3.1 Stasiun 1 38

3.3.2 Stasiun 2 39

3.3.3 Stasiun 3..... 39

3.4 Metode Pengambilan Sampel..... 40

3.4.1 Pengambilan Sampel Kerang 40

3.4.2 Pengambilan Sampel Air Laut 40

3.4.3 Pengambilan Sampel Sedimen..... 41

3.5 Metode Analisa Logam Berat 41

3.5.1 Analisa Logam Berat pada Sampel Padat 41

3.5.2 Analisa Logam Berat pada Sampel Cair 42

3.6 Prosedur Pengukuran Parameter Kualitas Air..... 43

3.6.1 Suhu 43

3.6.2 pH 43

3.6.3 Salinitas 43

3.6.4 Kecepatan Arus..... 44

3.6.5 Substrat Dasar 44

3.7 Analisa Data 44

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 46

4.1 Kandungan Logam Berat Pb di Perairan Prigi..... 46

4.1.1 Stasiun 1 48

4.1.2 Stasiun 2 52

4.1.3 Stasiun 3 56

4.2 Kondisi Kualitas Air di Perairan Prigi 59

4.2.1 Stasiun 1 59

4.2.2 Stasiun 2 63

4.2.3 Stasiun 3 65

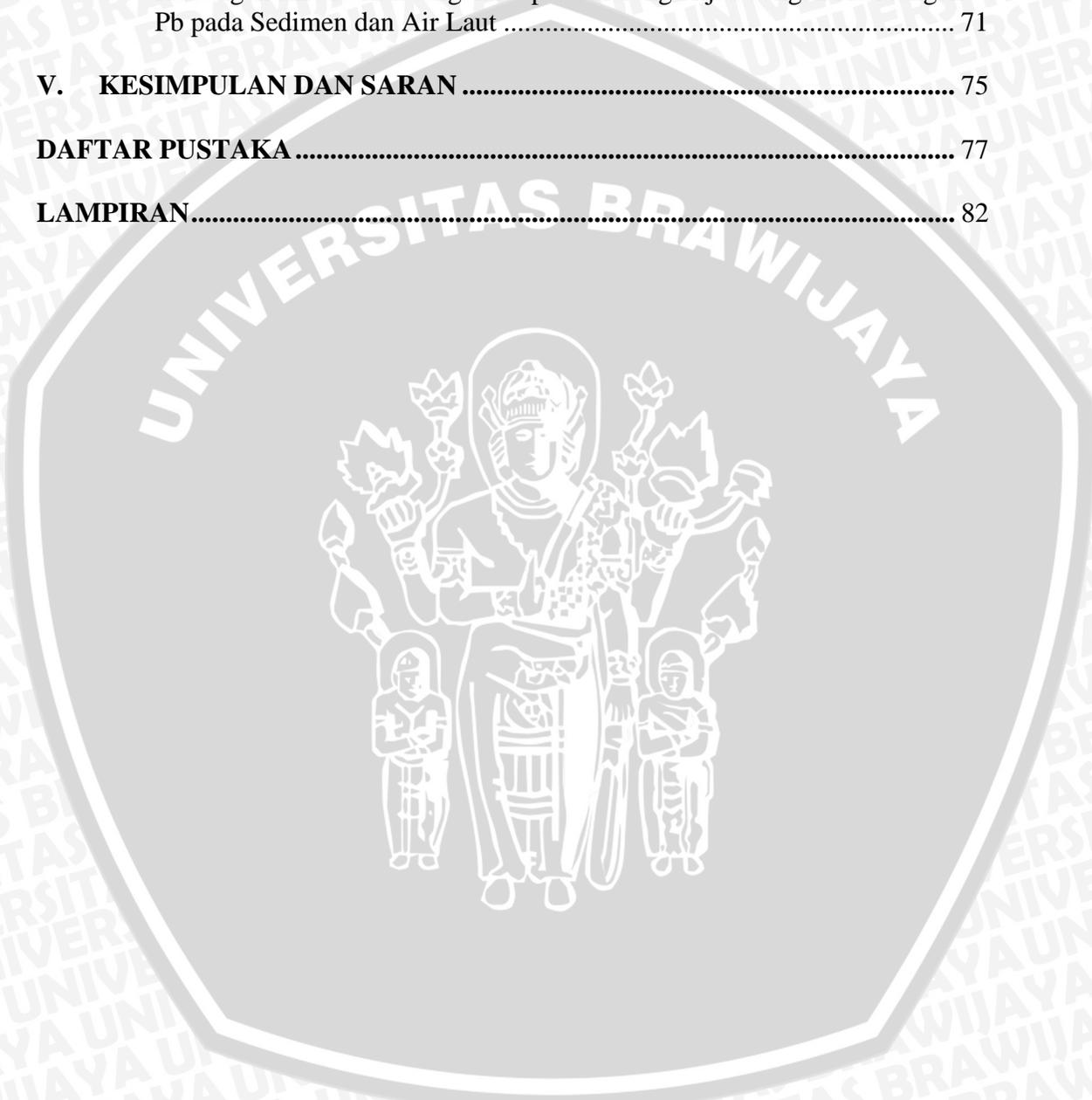
4.3 Rata-rata Kandungan Pb pada Kerang Hijau, Sedimen dan Air Laut
Selama Penelitian di Stasiun 1, Stasiun 2 dan Stasiun 3..... 68

4.4 Hubungan Antara Kandungan Pb pada Kerang Hijau dengan Kandungan
Pb pada Sedimen dan Air Laut 71

V. KESIMPULAN DAN SARAN 75

DAFTAR PUSTAKA 77

LAMPIRAN 82



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis dan Sumber Bahan Pencemar di Laut.....	14
2. Toksisitas Logam Berat.....	19
3. Konsentrasi Letal Medium (LC-50) pada beberapa jenis logam dan jenis organisme air.....	20
4. Peralatan dan Kegunaan.....	35
5. Bahan dan Kegunaan.....	36
6. Kandungan Pb pada Kerang Hijau, Air Laut dan Sedimen di Stasiun 1.....	49
7. Kandungan Pb pada Kerang Hijau, Air Laut dan Sedimen di Stasiun 2.....	53
8. Kandungan Pb pada Kerang Hijau, Air Laut dan Sedimen di Stasiun 3.....	57
9. Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 1.....	59
10. Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 2.....	63
11. Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Stasiun 3.....	65
12. Rata-rata Kandungan Pb dan Kualitas Air di perairan Prigi.....	68



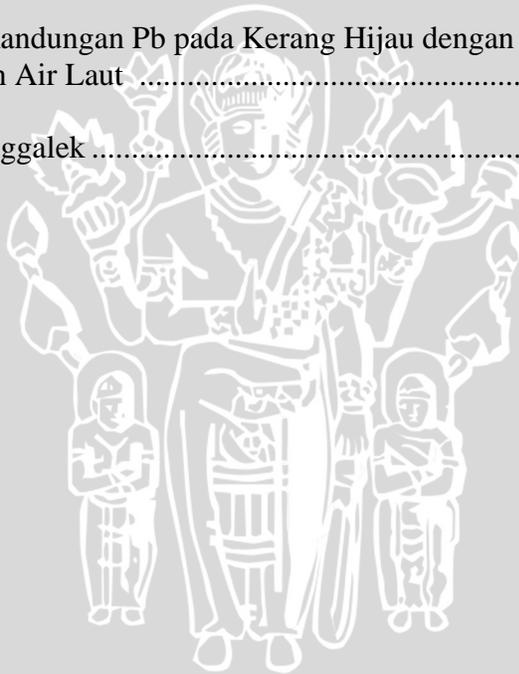
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lokasi Penelitian Stasiun Pengamatan 1	38
2. Lokasi Penelitian Stasiun Pengamatan 2	39
3. Lokasi Penelitian Stasiun Pengamatan 3	40
4. Grafik Hubungan Kandungan Pb pada Kerang Hijau dengan Kandungan Pb pada Sedimen	73
5. Grafik Hubungan Kandungan Pb pada Kerang Hijau dengan Kandungan Pb pada Air Laut.....	74



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Proses Masuknya Bahan Pencemar ke dalam Ekosistem Laut.....	82
2. Jalur Pencemaran Pb pada Lingkungan	83
3. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan	84
4. Gambar Morfologi Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L).....	85
5. Peta Lokasi Penelitian di Teluk Prigi.....	86
6. Analisa Hubungan Kandungan Pb pada Kerang Hijau dengan Kandungan Pb pada Sedimen dan Air Laut	87
7. Peta Kabupaten Trenggalek.....	88



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang dapat mempengaruhi suatu wilayah perairan, seperti lingkungan perairan pantai adalah kerusakan akibat pencemaran. Menurut Hutagalung (1991), pencemaran adalah masuknya atau dimasukkannya zat atau energi oleh manusia secara langsung maupun tidak langsung ke dalam lingkungan yang dapat menyebabkan kerugian karena merusak sumber daya hayati, membahayakan kesehatan manusia, menghalangi aktivitas manusia dan menurunkan mutu suatu lingkungan yang digunakan manusia untuk beraktivitas. Anonymous (2005a) menjelaskan bahwa jenis limbah yang berasal dari industri, limbah cair pemukiman (*sewage*), pertambangan, pelayaran (*shipping*) dan pertanian dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, dimana salah satunya adalah pencemaran logam berat.

Pencemaran logam berat sangat berbahaya karena logam berat merupakan bahan anorganik. Menurut Mulyanto (1992) sifat logam berat sendiri antara lain sulit terdegradasi, beracun dan cenderung terakumulasi dalam tubuh organisme. Logam-logam berat umumnya bersifat toksik (racun) dan kebanyakan di air dalam bentuk ion. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut yang terus berlangsung akan diikuti oleh peningkatan kadar logam berat dalam tubuh biota.

Timbal (Pb) adalah salah satu jenis logam berat yang mempunyai daya racun tinggi dan sering mencemari lingkungan perairan. Pb banyak ditemukan pada tambahan bensin yaitu *tetraethyl lead* (TEL) dan hasil pembakarannya, baterai, cat, beberapa insektisida, serta limbah industri (Anonymous, 2004b). Pb ditemukan dalam bentuk senyawa anorganik dan organik, dimana semua bentuk Pb berpengaruh sama yaitu

memiliki toksisitas pada manusia, walaupun pengaruh toksisitas akut agak jarang dijumpai tetapi pengaruh toksisitas kronis paling sering ditemukan (Darmono, 1995).

Pb dalam sistem perairan dapat ditemukan dalam bentuk kompleks atau dalam bentuk ion Pb^{++} dan $PbCl^+$ (Supriharyono, 2002). Menurut Palar (1994) senyawa Pb yang ada dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion divalen (Pb^{2+}) dan ion-ion tetravalen (Pb^{4+}). Pb pada perairan juga ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi (Effendi, 2003).

Kegiatan eksploitasi sumber daya alam pada wilayah perairan pantai semakin meningkat. Hal ini yang menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan perairan pantai akibat masuknya bahan-bahan pencemar dari hasil kegiatan tersebut. Salah satu wilayah perairan pantai yang sering mengalami pencemaran dan penurunan kualitas lingkungan adalah perairan pantai selatan Jawa Timur, khususnya perairan yang berada di Kabupaten Trenggalek karena merupakan wilayah yang cukup potensial untuk kegiatan perikanan (Anonymous, 2006a).

Perairan Prigi yang berada di wilayah Kabupaten Trenggalek tepatnya di Desa Tasikmadu, Kecamatan Watulimo merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi kegiatan perikanan yang cukup tinggi. Hal tersebut terlihat dengan adanya Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Prigi yang dilengkapi dengan armada penangkapan ikan, tempat pendaratan ikan, tempat pembongkaran hasil penangkapan, industri *cold storage*, industri pengolahan ubur-ubur, industri pembuatan tepung ikan, industri-industri rumah tangga yang mengolah hasil perikanan, dan adanya balai pembenihan udang (Anonymous, 2006a).

Berdasarkan uraian diatas, perairan di kawasan Kabupaten Trenggalek dan sekitarnya perlu mendapat perhatian dalam hal yang berkaitan dengan masalah

pencemaran lingkungan. Hal ini akibat dari meningkatnya aktivitas manusia yang berada di sekitar wilayah pesisir dan wilayah hulu telah mengakibatkan meningkatnya kuantitas limbah yang dibuang ke sungai yang pada akhirnya akan mencemari wilayah pesisir. Perairan pantai yang menjadi tempat bermuaranya sungai, telah menjadi tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang dibawa oleh aliran sungai tersebut (Anonymous, 2006a).

Zat-zat pencemar yang masuk ke perairan Prigi selain berasal dari aliran sungai yang bermuara di pantai juga berasal dari limbah kegiatan pelayaran, limbah pertanian, dan limbah industri yang berada di sekitar Prigi. Adanya zat-zat pencemar yang masuk ke perairan pantai Prigi dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, dimana pencemaran tersebut merupakan pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat pada suatu lingkungan perairan akan membahayakan kehidupan organisme yang hidup di lingkungan perairan tersebut.

Untuk mengetahui kadar logam berat di perairan pantai dapat dilakukan dengan menganalisis air, sedimen dan organisme yang hidup di perairan tersebut. Organisme yang dipergunakan sebagai indikator biologi pencemaran yaitu jenis kerang-kerangan, hal ini disebabkan karena kerang bersifat *filter feeder*, hidup menetap, memiliki toleransi yang besar terhadap perubahan konsentrasi logam berat, penyebarannya luas sehingga dapat menggambarkan keadaan sebenarnya dari lokasi yang akan diteliti.

Untuk mengevaluasi tentang bagaimana tingkat pencemaran logam berat Pb yang terjadi di perairan Prigi digunakan kerang hijau (*Perna viridis*) yang hidup di perairan tersebut sebagai bioindikator. Kerang hijau sebagai organisme *filter feeder* merupakan bioindikator yang baik dalam memonitor adanya suatu zat pencemar (logam berat) yang masuk ke dalam suatu perairan.

1.2 Perumusan Masalah

Prigi merupakan wilayah perairan yang terletak di Kabupaten Trenggalek yang mempunyai potensi cukup besar untuk kegiatan perikanan. Adanya Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Prigi yang dilengkapi dengan armada penangkapan ikan, tempat pendaratan ikan, tempat pembongkaran hasil penangkapan ikan di laut, kegiatan pelayaran, industri tepung ikan, industri *cold storage*, industri pengolahan ubur-ubur industri rumah tangga yang mengolah hasil-hasil perikanan, balai pembenihan udang, dan pemukiman penduduk yang berada dekat dengan perairan Prigi tentu akan menjadi beban bagi ekosistem yang ada di wilayah perairan tersebut.

Zat-zat pencemar yang masuk ke perairan Prigi dapat berasal dari buangan rumah tangga atau pemukiman penduduk, limbah pertanian, limbah industri yang berada di sekitar perairan Prigi, kegiatan pelayaran berupa pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk kapal-kapal perikanan. Selain itu perairan Prigi juga menerima aliran dari beberapa sungai yang ada disekitarnya, dimana aliran sungai yang membawa zat-zat pencemar berasal dari buangan aktivitas manusia yang akan bermuara di pantai.

Adanya zat-zat pencemar yang masuk ke perairan pantai Prigi dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan, dimana pencemaran tersebut merupakan pencemaran logam berat yang salah satunya berupa logam berat Pb. Pb adalah logam berat yang mempunyai daya racun tinggi dan sering mencemari lingkungan perairan. Pb banyak ditemukan pada tambahan bensin yaitu *tetraethyl lead* (TEL) dan hasil pembakarannya, baterai, cat, serta beberapa insektisida. Terjadinya pencemaran logam berat Pb di perairan Prigi diduga berasal dari aliran sungai yang membawa zat-zat pencemar yang mengandung logam berat Pb yang bermuara di pantai. Zat-zat pencemar yang mengandung logam berat Pb yang dibuang ke sungai, antara lain

limbah pertanian berupa pemakaian pestisida dan insektisida. Selain itu limbah yang berasal dari kegiatan pelayaran, seperti adanya tumpahan-tumpahan bahan bakar kapal-kapal perikanan berupa bensin dan penggunaan pewarna cat pada kapal-kapal perikanan dan perahu-perahu merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat Pb.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang berada di wilayah perairan Prigi Kabupaten Trenggalek dengan cara menganalisa sampel kerang, sedimen dan air laut sehingga dapat diketahui besarnya kandungan logam berat Pb pada masing-masing obyek penelitian.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini antara lain :

1. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai tingkat pencemaran logam berat Pb di perairan Prigi Kabupaten Trenggalek dengan kerang hijau (*Perna viridis*) sebagai bioindikator.
2. Bagi instansi-instansi yang terkait, diharapkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam upaya pengelolaan dan konservasi sumber daya di wilayah pesisir Prigi Kabupaten Trenggalek.
3. Pihak lain yang memerlukan, sebagai informasi yang berguna untuk penelitian selanjutnya dan pertimbangan dalam gulangi dampak pencemaran lingkungan di wilayah perairan Prigi Kabupaten Trenggalek.

1.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 15 Juli, 8 Agustus dan 28 Agustus 2006 di perairan Prigi, Desa Tasikmadu, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, untuk pengambilan sampel kerang, sedimen dan air laut yang akan dianalisa kandungan logam beratnya, serta pengambilan data kualitas air. Analisis logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut dilakukan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Perairan Pantai

Ekosistem perairan merupakan suatu bagian integral dari lingkungan hidup manusia yang relatif banyak dipengaruhi oleh kegiatan manusia. Kegiatan manusia secara langsung maupun tidak langsung yang akan mempengaruhi kualitas air, dan mengakibatkan kerusakan lingkungan perairan, antara lain adalah buangan rumah tangga, limbah industri, pengolahan dan penggunaan tanah yang kurang baik. Di samping itu kualitas air dari suatu ekosistem perairan juga masih tergantung pada sifat geologis, klimatologis dan lain-lain (Mihardja, 1987 *dalam* Arfiati, 1992).

Suatu ekosistem perairan terdiri dari jasad hidup dan lingkungan tidak hidup yang saling terkait dan tidak dapat terpisahkan serta selalu berinteraksi satu dengan yang lain. Ekosistem perairan merupakan ekosistem yang banyak mendapat perhatian di kalangan masyarakat, dimana salah satunya adalah ekosistem perairan pantai. Suatu ekosistem yang terdapat di wilayah perairan pantai erat kaitannya dengan kehidupan masyarakat di wilayah pesisir pantai, sehingga pemanfaatan sumber daya pada ekosistem pantai oleh masyarakat pesisir akan menimbulkan dampak kondisi kualitas lingkungan yang buruk jika tidak dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Perairan pantai merupakan wilayah yang mempunyai sifat-sifat yang sangat majemuk, terutama mintakat pasang surut (pasut) dan daerah estuari. Perhatian manusia sangat besar terhadap wilayah pantai, bukan saja karena letaknya yang begitu dekat dengan kehidupan mereka, tetapi wilayah ini sudah turun-temurun menjadi sumber protein yang subur bagi masyarakat pantai. Perairan pantai yang umumnya dangkal

mempunyai keragaman faktor-faktor lingkungan yang lebih besar daripada samudra lepas, baik musiman maupun geografik. Keadaan ini berkaitan dengan perairan pantai yang dangkal dan letaknya dekat dengan aliran air dari darat (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Suatu ekosistem yang terdapat di wilayah perairan pantai mudah terpengaruh oleh aktivitas manusia. Meningkatnya aktivitas manusia di wilayah pesisir pantai akan berpengaruh terhadap perubahan lingkungan pantai akibat meningkatnya zat-zat pencemar yang berasal dari aktivitas manusia yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga pemanfaatan sumber daya pada ekosistem perairan pantai tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.

2.2 Logam Berat di Lingkungan

Menurut Hutagalung (1991), berdasarkan densitasnya golongan logam dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu golongan logam ringan dan logam berat. Golongan logam ringan (*light metals*) mempunyai densitas $< 5 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan golongan logam berat (*heavy metals*) mempunyai densitas $> 5 \text{ gr/cm}^3$. Vouk (1986) dalam Anonymous (2006b) menyatakan bahwa terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat.

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu berfungsi sebagai mikronutrien yang sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat jenis ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat tidak esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh

meski dalam jumlah relatif kecil akan bersifat toksik, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain (Vouk, 1986 dalam Anonymous, 2006b).

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Beberapa jenis logam berat banyak digunakan dalam berbagai keperluan, oleh karena itu diproduksi secara rutin dalam skala industri. Industri yang menghasilkan produk logam berat ataupun menggunakan logam berat dalam proses industrinya atau produksinya akan mengeluarkan limbah yang mengandung logam berat juga (Fardiaz, 1992).

Logam-logam tertentu sangat berbahaya bila ditemukan pada konsentrasi yang tinggi dalam lingkungan (air, tanah, udara) karena logam tersebut mempunyai sifat yang merusak jaringan tubuh makhluk hidup. Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berkaitan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup (Darmono, 1995).

Daya racun logam dipengaruhi oleh : (1) Bentuk logam, berupa ion, organik atau anorganik, (2) Ada tidaknya logam lain (sifat sinergis atau sifat antagonis), (3) Faktor lingkungan, yang mempengaruhi fisiologis organisme seperti suhu air, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, cahaya dan salinitas, dan (4) Organisme, yaitu siklus hidup, makanan, aktifitas, alat tambahan (misal pelindung berupa shell atau alat pernapasan) dan adaptasi terhadap logam itu sendiri (Mulyanto, 1992).

Unsur logam berat di alam (air laut) terdapat dalam jumlah yang kecil. Terjadinya peningkatan kadar unsur tersebut disebabkan oleh masuknya limbah yang mengandung unsur logam berat ke dalam lingkungan. Akumulasi terjadi karena

kecenderungan logam berat membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh organisme. Dengan demikian logam berat terfiksasi dan tidak segera diekskresikan oleh organisme yang bersangkutan (Waldichuck, 1974 dalam Gunawan, 2000).

Penggunaan logam berat dalam berbagai keperluan sehari-hari berarti telah secara langsung maupun tidak langsung, atau sengaja maupun tidak sengaja, telah mencemari lingkungan. Beberapa logam berat tersebut ternyata telah mencemari lingkungan melebihi batas yang berbahaya bagi kehidupan lingkungan. Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam-logam tersebut diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme, dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Fardiaz, 1992).

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum* dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Timbal (Pb) adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang lazim terdapat dalam kandungan endapan sulfat yang bercampur dengan mineral lainnya terutama seng dan tembaga (Sunu, 2001).

Menurut Sunu (2001), Pb biasa digunakan dalam cat dan pestisida. Ditambahkan pula oleh Palar (1994), persenyawaan yang terbentuk antara Pb dengan arsenat dapat digunakan sebagai insektisida. Selain itu Darmono (2001) menyatakan bahwa Pb dapat berasal dari pembakaran sampah.

Pb banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya yaitu mempunyai titik cair rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal, merupakan logam yang lunak sehingga

mudah diubah menjadi berbagai bentuk, sifat kimia Pb menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab, dapat membentuk alloy dengan logam lainnya dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat berbeda dengan Pb yang murni, densitas Pb lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya kecuali emas dan merkuri (Fardiaz, 1992). Menurut Palar (1994), sifat-sifat Pb adalah tahan terhadap peristiwa korosi atau karat dan merupakan penghantar listrik yang tidak baik.

Pb merupakan salah satu jenis logam berat yang diketahui juga beracun bagi makhluk hidup, termasuk manusia. Di dalam sistem perairan Pb terdapat dalam bentuk kompleks, dengan gugus organik membentuk larutan koloidal atau dalam bentuk ion Pb^{++} dan $PbCl^+$. Sumber utama Pb berasal dari gugus alkyl Pb yang digunakan sebagai bahan *additive* bensin. Komponen ini beracun terhadap seluruh aspek kehidupan. Pb menunjukkan beracun pada sistem syaraf, *hemetologik*, *hemetotoxic*, dan mempengaruhi kerja ginjal. Mobilitas Pb di tanah dan tumbuhan cenderung lambat dengan kadar normalnya pada tumbuhan berkisar 0,5 – 3 ppm (Suhendrayatna, 2001). Sedangkan menurut Palar (1994), senyawa Pb yang ada dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion divalen atau ion-ion tetravalen (Pb^{2+} dan Pb^{4+}), dimana berdasarkan penelitian ion Pb^{2+} lebih berbahaya dibandingkan ion tetravalen.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kandungan logam berat Pb pada perairan pantai di Desa Banjarwati Kabupaten Lamongan yaitu berkisar antara 0,2 – 0,3 ppm (Palupiningtyas, 2006), hasil penelitian lain tentang kandungan logam berat Pb di perairan pantai utara Jawa Timur yaitu sebesar 0,014 ppm di Kecamatan Gending, Probolinggo dan 0,497 ppm di Kecamatan Nguling, Pasuruan (Hidayat, 2003). Nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu Pb air laut untuk biota laut yaitu 0,008 ppm (Anonymous, 2003a). Tingginya kandungan logam berat Pb di perairan pantai tersebut

diduga karena adanya limbah yang mengandung logam berat Pb berasal dari kegiatan pelayaran, dimana Valenta, *et.al.* (1986) dalam Kiswara (1994) menyatakan bahwa arus pelayaran merupakan salah satu pencemaran logam Pb yang dapat berasal dari tumpahan-tumpahan bahan bakar kapal-kapal perikanan yang berupa bensin dan pewarnaan cat pada kapal-kapal perikanan.

2.3 Pencemaran Lingkungan Laut

Pencemaran adalah kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk, pergeseran bentuk tatanan dan kondisi asal pada kondisi buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar (Palar, 1994). Anonymous (1981) menyatakan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan pencemaran dan mempengaruhi kualitas air dapat disebabkan antara lain : erosi dan sedimentasi, buangan-buangan yang berasal dari penduduk, limbah pertanian dan perikanan, pembangkit tenaga listrik, tenaga uap, limbah industri, tumpahan minyak dan pengambilan sumber daya laut.

Menurut Bengen (2002), pencemaran dapat dibagi menjadi dua tipe. Yaitu, *pertama* pencemaran limbah organik yang berasal dari pemukiman penduduk atau rumah tangga. Walaupun limbah organik dapat diuraikan tetapi dampaknya terhadap kestabilan hidup di laut cukup besar. Melimpahnya limbah organik menyebabkan terjadinya blooming alga sehingga banyak ikan-ikan yang mengalami kematian karena alga berkembang biak sangat pesat dan terjadi persaingan dalam memperoleh oksigen. *Kedua*, limbah anorganik yang berasal dari industri. Contohnya, Merkuri, Sianida, Arsen, pestisida, dan limbah kimiawi lainnya. Limbah anorganik merupakan limbah yang tidak bisa teruraikan dan sangat berbahaya bagi manusia. Limbah anorganik ini

dapat terserap lewat ikan atau kerang yang dikonsumsi manusia sehingga dalam jangka panjang dapat merusak kesehatan manusia. Seperti halnya limbah anorganik, limbah organik juga merugikan. Sebab, dalam jumlah besar bisa memicu pertumbuhan pesat fitoplankton. Akibatnya, ikan-ikan akan kekurangan oksigen yang diimbangi dengan meningkatnya kompetisi untuk memperebutkan ruang hidup.

Laut merupakan tempat bermuaranya aliran-aliran sungai yang membawa berbagai jenis sampah dan bahan pencemar dari daratan. Laut juga merupakan tempat pembuangan langsung sampah atau limbah dari berbagai aktivitas manusia dengan cara yang murah dan mudah. Dengan demikian maka di laut akan dijumpai berbagai jenis sampah dan bahan pencemar (Sianainenia, 2001). Proses masuknya bahan pencemar ke dalam ekosistem laut dapat dilihat pada Lampiran 1. Sebagaimana dikatakan oleh Romimohtarto (1991) bahwa pencemaran laut adalah suatu keadaan, dimana suatu zat atau energi dan unsur lain dimasukkan ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sendiri dengan kadar tinggi, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan yang mengakibatkan lingkungan laut itu tidak berfungsi seperti semula dalam arti kesehatan, kesejahteraan, dan keselamatan hayati.

Tingkat pencemaran di laut menjadi semakin tinggi terjadi karena dua faktor, *Pertama* yaitu masyarakat yang masih memandang laut sebagai tempat pembuangan sampah. *Kedua*, tidak padunya kerja sama lintas sektoral dari aparat Pemerintah. Sumber pencemaran perairan pesisir dan lautan dapat dikelompokkan menjadi 7 kelas, yaitu industri, limbah cair pemukiman (*sewage*), limbah cair perkotaan (*urban stormwater*), pertambangan, pelayaran (*shipping*), pertanian dan perikanan budidaya (Anonymous, 2005a).

Pencemaran di laut menyebabkan terjadinya kerusakan alam, juga akan mengancam keberadaan sumber daya alam yang dapat pulih seperti berbagai jenis ikan, kerang, udang, rumput laut, bakau (mangrove), terumbu karang, dan mamalia laut, termasuk kegiatan budidaya pantai dan laut. Rusaknya laut tidak hanya berdampak terhadap berkurangnya devisa dari sektor perikanan, tetapi juga pariwisata. Ekosistem di pesisir tidak hanya menyediakan sumber daya dapat pulih, tetapi juga menyediakan jasa, misalnya pariwisata (Anonymous, 2005a).

Menurut (Sianainenia, 2001), diketahui ada berbagai jenis bahan pencemar di laut beserta sumbernya, seperti terlihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Jenis dan Sumber Bahan Pencemar di Laut

No	Bahan Pencemar	Contoh	Sumber
1.	Pestisida	Herbisida, insektisida, fungisida	Lahan pertanian, semprotan nyamuk
2.	Sulfaktan	Deterjen, air sisa cucian	Rumah tangga, pasar, restoran
3.	Logam-Semi logam	Merkuri, raksa, arsen, selenium, cadmium, tembaga	Pabrik tekstil, cat, baterai
4.	Buangan Thermis	Air panas	Air pendingin mesin dari PLTD/PLTU/kapal/pabrik
5.	Sampah rumah tangga dan industri	Plastik, kotoran manusia, sisa makanan, botol, kaleng	Rumah tangga, industri
6.	Limbah organik industri	Serbuk gergaji, kulit	Industri meubel, plywood
7.	Sedimentasi	Kayu	Erosi, penambangan
8.	Minyak	Lumpur/pasir	Pengeboran, kapal
9.	Zat kimia	Tumpahan/buangan minyak, Sianida	Penangkapan ikan karang

Sianainenia (2001) menyatakan bahwa bila ditinjau dari daya urainya maka bahan pencemar pada perairan laut dapat dibagi atas dua jenis, yaitu senyawa *konservatif* dan senyawa *non-konservatif*. Senyawa *konservatif* merupakan senyawa-senyawa yang dapat bertahan lama di dalam suatu badan perairan sebelum akhirnya mengendap ataupun terabsorpsi oleh adanya berbagai reaksi fisik dan kimia perairan, contohnya adalah logam-logam berat, pestisida, dan deterjen. Sedangkan senyawa *non-konservatif* merupakan senyawa yang mudah terurai dan berubah bentuk di dalam suatu badan perairan, contohnya adalah senyawa-senyawa organik seperti karbohidrat, lemak dan protein yang mudah terlarut menjadi zat-zat anorganik oleh mikroba.

Menurut Sastrawijaya dan Tresna (1991), bila ditinjau dari sumbernya maka bahan pencemar perairan laut dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu bahan pencemar yang bersifat kimiawi, biologis, dan fisik. Bahan pencemar yang bersifat *kimiawi* terdiri dari dua bagian, yaitu *pertama* bahan pencemar yang bersifat anorganik, antara lain asam, alkali, dan logam-logam berat, dan *kedua* bahan pencemar yang bersifat organik, antara lain pestisida, pupuk, minyak, limbah dari pabrik makanan dan minuman. Bahan pencemar yang bersifat *biologis*, seperti sampah domestik, sampah yang berasal dari industri pengolahan makanan kaleng serta sampah dan limbah peternakan. Sedangkan bahan pencemar yang bersifat *fisik*, contohnya adalah bahan pencemar yang bersumber dari erosi dan sedimentasinya, limbah cair panas dari industri listrik (Pembangkit Listrik Tenaga Uap/PLTU), kapal laut, pabrik tekstil atau cat yang mengubah warna perairan serta limbah organik yang telah membusuk yang menimbulkan bau.

Lebih lanjut Sianainenia (2001) mengatakan bahwa sumber bahan pencemar perairan laut dapat dibagi atas dua jenis, yaitu *Point sources* dan *Non point sources*.

Point sources yaitu sumber pencemaran yang dapat diketahui dengan pasti sumbernya, antara lain pencemaran yang bersumber dari hasil buangan pabrik atau industri. Sedangkan *Non point sources* yaitu sumber pencemar yang tidak dapat diketahui secara pasti sumbernya, antara lain buangan rumah tangga, limbah pertanian, sedimentasi serta bahan pencemar lain yang sulit dilacak sumbernya.

2.4 Pencemaran Lingkungan Laut oleh Logam Berat

Pencemaran logam berat di lingkungan alam merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam oleh manusia. Pada awal digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemaran pada lingkungan. Pencemaran terjadi pada saat senyawa-senyawa yang dihasilkan dari kegiatan manusia ditambahkan ke lingkungan, menyebabkan perubahan yang buruk terhadap kekhasan fisik, kimia, biologis dan estetis. Semua makhluk hidup bukan manusia juga menghasilkan limbah yang dilepaskan ke lingkungan, namun umumnya dianggap bagian dari sistem ilmiah, apakah mereka memiliki pengaruh buruk atau tidak (Sianainenia, 2001).

Menurut Bryan (1976) dalam Supriharyono (2002), secara umum sumber-sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua, yaitu sumber-sumber yang bersifat alami dan buatan. Logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami berasal dari 3 sumber, yaitu (a) masukan dari daerah pantai (*coastal supply*) yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktivitas gelombang, (b) masukan dari laut dalam (*deep sea supply*) meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut yang dalam dan logam-logam yang dibebaskan dari pantai atau sedimen-sedimen oleh proses kimiawi, (c) masukan dari lingkungan dekat daratan

pantai, termasuk logam-logam yang ditransformasikan dari atmosfer sebagai partikel dan debu.

Menurut Nordberg., *et.al* (1986) dalam Anonymous (2006b), logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalam tubuh hingga dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan.

Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga (Nordberg, *et.al.*, 1986 dalam Anonymous, 2006b). Menurut Bryan (1976) dalam Supriharyono (2002), sumber-sumber buatan (*man made*) yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran logam berat, yaitu *pertama* logam-logam yang dibebaskan oleh proses-proses industri logam, dan *kedua* pengolahan (pembuatan) pupuk organik cair dengan bahan-bahan, antara lain bakteri (bakteri probiotik), kincir air, sisa pakan udang, kotoran udang, molase (gula tebu), sisa protein tebu.

Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan. Pb merupakan logam yang amat beracun yang pada dasarnya tidak dapat dimusnahkan dan bila terakumulasi dalam tanah relatif lama. Oleh karena itu, Pb yang lepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup (Effendi, 2003).

Pb yang mencemari udara terdapat dalam dua bentuk, yaitu berbentuk gas dan partikel-partikel. *Public Health Service* di Amerika Serikat menetapkan bahwa sumber-sumber air alami untuk masyarakat tidak boleh mengandung Pb lebih dari 0,05 mg/l (0,05 ppm), sedangkan *World Health Organization* (WHO) menetapkan batas Pb di dalam air sebesar 0,1 mg/l (Fardiaz, 1992). Menurut Forstner (1997) dalam Supriharyono (2002), kandungan Pb yang terkandung dalam air laut berkisar antara 0,005 – 0,03 mg/l. Berdasarkan Anonymous (2003a), baku mutu Pb untuk biota laut yaitu 0,008 ppm. Sesuai Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001, baku mutu lingkungan untuk Pb adalah sebesar 0,03 ppm. Konsentrasi Pb 0,05 ppm dapat menimbulkan bahaya pada lingkungan laut. Adapun jalur pencemaran Pb pada lingkungan dapat dilihat pada Lampiran 2.

2.5 Toksisitas Logam Pb terhadap Makhluk Hidup

Connell and Miller (1995) menyatakan bahwa logam-logam sebaiknya dipisahkan ke dalam 3 kategori : kelas A, kelas B dan garis pembatasan berdasarkan tetapan keseimbangan untuk pembentukan kompleks ion logam atau ligan dalam larutan air. Semakin besar tetapan keseimbangan, semakin stabil kompleks logam tersebut di dalam larutan. Pertimbangan seperti itu biasanya terbatas untuk keseimbangan anorganik daripada untuk sistem biologi. Terdapat perbedaan pendapat yang dapat dipertimbangkan mengenai penggolongan logam dari sudut pandang biologi. Toksisitas logam berat bagi makhluk hidup tergantung pada jenis logam, bentuknya dan organisme target yang terkena. Jenis dan bentuk logam yang paling toksik adalah logam timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) yang berikatan dengan senyawa organik sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Toksisitas Logam Berat

Logam berat	Kisaran Tingkat Racun (ppm)
Ar / Arsen	3.000 – 60.000
Pb / Timah hitam (anorganik)	1.000 – 100.000
Pb / Timah hitam (organik)	0,02 – 300
Zn / Seng	200 – 20.000
Cu / Tembaga	20 – 100.000
Cd / Kadmium	0,1 – 50
Hg / Air raksa (anorganik)	5 – 4.000
Hg / Air raksa (organik)	0,2 – 8.000

Sumber : (Miller, 1995)

Menurut Darmono (1995), bioakumulasi logam dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan pH. Adsorpsi logam berat oleh kerang paling efisien terjadi pada temperatur 30 °C daripada 20 °C pada logam Hg dan Cd, sedangkan logam Pb hanya sedikit naik. Miller (1995) menyatakan bahwa kepekatan garam yang tinggi dapat menurunkan kandungan logam dalam sedimen. Kenaikan salinitas menyebabkan pH juga naik, sehingga kelarutan logam dalam air turun karena kestabilan berubah dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga mengendap membentuk lumpur.

Berdasarkan penelitian toksisitas akut terhadap organisme air dan akibatnya yaitu LC-50 selama 48 jam, pengaruh sinergik antara logam, efek subletal, bioakumulasi dan bahayanya terhadap orang yang mengkonsumsi ikan, krustacea, kerang dan organisme lainnya yang terkena logam berat, maka dapat disimpulkan bahwa daftar urutan logam dari yang toksisitasnya paling tinggi ke yang paling rendah adalah sebagai berikut $Hg^{2+} > Cd^{2+} > Ag^+ > Ni^{2+} > Pb^{2+} > As^{2+} > Cr^{2+} > Sn^{2+} > Zn^{2+}$ (Darmono, 1995).

Tabel 3. Konsentrasi Letal Medium (LC-50) pada beberapa jenis logam dan jenis organisme air (ppm)

Logam	Tes bioasai 48 jam (ppm)		
	Krustacea	Kerang	Ikan
Cd			27,0
Cr	100	100 - 300	33 - 100
Cu	10 - 33	1	1 - 3,3
Fe	33 - 100	100 - 300	5
Pb		2,45	0,34
Hg	3,3 - 10	3,3 - 10	3,3
Zn	100 - 330	100 - 330	3,3

Sumber : Waldichuk, 1974: (LC-50 ini sangat bervariasi menurut spesies, kondisi air) (Darmono, 1995)

Logam berat dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Logam berat akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan. Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi (Nordberg, et.al., 1986 *dalam* Anonymous, 2006b).

Dijelaskan pula oleh Anonymous (2005a) bahwa logam berat menjadi berbahaya disebabkan karena adanya sistem bioakumulasi, yang berarti peningkatan konsentrasi unsur-unsur logam berat dalam tubuh makhluk hidup sesuai dengan piramida makanan. Akumulasi atau peningkatan konsentrasi logam berat di alam mengakibatkan konsentrasi logam berat di tubuh manusia juga mengalami peningkatan.

Toksisitas logam pada manusia menyebabkan beberapa akibat negatif. Daya toksisitas logam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar logam yang termakan, lamanya mengkonsumsi, umur, spesies, jenis kelamin, kebiasaan makan makanan

tertentu, kondisi fisik dan kemampuan jaringan tubuh untuk mengakumulasi logam (Darmono, 1995).

Menurut Darmono (2001), Pb mengganggu sistem sintesis hemoglobin. Forstner (1997) dalam Supriharyono (2002) menyatakan bahwa racun Pb biasanya menyerang pada 3 sistem organ tubuh yaitu *hematologis*, *neurologis* dan renal (ginjal), disamping itu racun Pb dapat juga menimbulkan anemia.

Pb dapat menyerang sistem syaraf pusat, menghambat reaksi enzim, memperpendek umur sel darah merah, menurunkan jumlah sel darah merah, meningkatkan kandungan besi (Fe) dalam plasma darah, kerusakan otak besar, dan menghambat pada pertumbuhan rahim (Anonymous, 2005b).

2.6 Bioindikator Pencemaran

Bioindikator merupakan suatu organisme atau kelompok organisme yang keberadaannya atau perilakunya dapat digunakan sebagai petunjuk terjadinya perubahan keadaan lingkungan. Organisme yang umum digunakan sebagai bioindikator yaitu, (a) semua jenis hewan penghuni substrat dasar badan-badan air yang berukuran makroskopis dan tidak bertulang belakang, contohnya adalah larva plecoptera, trichoptera, ephemeroptera, odonata (serangga), udang-udangan (Crustacea), moluska (siput dan kerang), hydracarina (laba-laba air), larva hemiptera (serangga-kepik), larva coleoptera (serangga-kumbang), dan larva diptera (serangga-nyamuk, lalat); (b) kelompok *pertama* bersifat peka terhadap pencemar organik, kelompok *kedua* bersifat agak toleran (intermediate), dan kelompok *ketiga* bersifat toleran terhadap kehadiran zat pencemar organik (Hellawel, 1978 dalam Sudaryanti, 1997).

Lebih lanjut menurut Sudaryanti (1997), kegunaan bioindikator suatu perairan antara lain merupakan instrumen yang efektif dan efisien untuk memantau kualitas dan perubahan lingkungan, instrumen diagnosis kualitas lingkungan untuk perbaikan pengelolaan lingkungan hidup, sebagai sub-sistem dari sistem pemantauan lingkungan terpadu bersama sub-sistem pemantauan fisiko-kimiawi, tanda bukti yang efektif tentang terjadinya pencemaran lingkungan, realisasi UU RI Nomor 4 Tahun 1982 Pasal 1 dan PP No.20 Tahun 1990 mengenai definisi Baku Mutu Lingkungan.

Hellawel (1978) *dalam* Sudaryanti (1997) menyatakan bahwa syarat organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran, yaitu (1) telah teridentifikasi dan ideal, (2) dapat dilakukan pengambilan sampel secara mudah dan tidak memerlukan peralatan mahal, (3) selalu dalam keadaan berlimpah pada habitatnya yang sesuai dan tersebar luas agar dapat dibandingkan, (4) harus mampu menimbun bahan pencemar dalam tubuhnya tanda terbunuh atau terganggu reproduksinya oleh kadar pencemar maksimum di lingkungan, (5) harus menunjukkan korelasi antara kandungan residu pencemar dalam tubuhnya dengan konsentrasi pencemar di lingkungannya pada semua lokasi dan pada semua kondisi, (6) mempunyai masa hidup yang relatif panjang, bersifat sesil/menetap atau tidak mampu menghindarkan dari stress lingkungan dengan melakukan migrasi, (7) harus berukuran cukup besar sehingga dapat dilihat secara makroskopis, dan ukuran jaringan dapat dianalisis dengan mudah di laboratorium. Ditambahkan pula oleh Phillips (1980) *dalam* Miller (1995), syarat lain dari suatu organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran adalah makhluk hidup yang senang menggali lubang agar mewakili daerah studinya dan harus toleran terhadap air payau.

2.7 Bioindikator Untuk Pencemaran Logam Berat

Perairan daerah tropis memiliki banyak sekali jenis sumberdaya perikanan, diantaranya Moluska. Moluska terdiri dari 5 kelas besar, yaitu : 1) Amphineura, 2) Gastropoda, 3) Pelecypoda, 4) Chepalopoda, 5) Scaphopoda. Dari kelima kelas tersebut ada 3 yang terpenting karena mempunyai arti ekonomi, yaitu Gastropoda (jenis keong-keongan), Pelecypoda/ Bivalvia (jenis kerang-kerangan), dan Cephalopoda (cumi-cumi dan gurita) (Nontji, 1987).

Kelas Pelecypoda disebut juga Lamellibranchia, contohnya adalah kerang, remis dan kijing, terdapat di litoral sampai dengan 5000 m dengan substrat berpasir, berlumpur dan sebagian lain hidup di batu dan di kayu. Kelas Pelecypoda mempunyai 2 cangkang, simetris, tidak mempunyai kepala, tidak mempunyai rahang dan tidak mempunyai radula. Ciri-ciri yang lain selain memiliki cangkang sepasang dan pipih, yaitu mempunyai hinge ligament pada bagian dorsal yang menghubungkan cangkang, insangnya besar yang digunakan untuk bernafas dan mencari makan. Cangkang mempunyai puncak, yang disebut Umbo (Rachmandani, 2002).

Kelas Pelecypoda atau Bivalvia sebagian besar hidup di laut, hanya sedikit yang hidup di darat. Bivalvia mempunyai tiga cara hidup, yakni (a) membuat lubang pada substrat, contoh cacing kapal atau *ship worm* (*Teredo navalis*), (b) melekat langsung pada substrat dengan semen, contoh tiram (*Crassostrea* sp.), dan (c) melekat pada substrat dengan bahan seperti benang (*Byssal threads*), contohnya kerang hijau (*Perna viridis*) (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Dari hasil penelitian Jeng, et.al. (2000) dalam Widodo (2005), phylum Mollusca dari kelas Pelecypoda jenis kerang baik jenis kecil yang disebut oyster maupun jenis besar yang disebut klam merupakan indikator yang baik dalam memonitor suatu

pencemaran, jenis kerang ini juga telah dipakai untuk memonitor pengaruh konsentrasi logam Hg, Zn, Pb, Cd, dan As terhadap kualitas air di perairan sekitar Taiwan dari tahun 1991 – 1998. Menurut Darmono (1995), insang kerang mengakumulasi paling besar daripada jaringan lainnya. Adsorpsi tersebut paling efisien terjadi pada temperatur 30 °C daripada 20 °C pada logam Hg dan Cd, sedangkan logam Pb hanya sedikit naik.

Phillips (1980) dalam Miller (1995) telah membahas secara seksama penggunaan spesies monitor kimiawi, menyatakan bahwa Moluska (Gastropoda, Pelecypoda) dan makroalgae merupakan indikator yang paling tepat dan efisien untuk pencemaran logam berat. Ditambah lagi Anonymous (2004b) menjelaskan bahwa kerang merupakan salah satu bioindikator paling baik dalam mendeteksi adanya masukan bahan pencemar ke dalam lingkungan suatu perairan. Hal ini dibuktikan dengan adanya kasus *minamata disease* yang menyerang sebagian penduduk Jepang pada tahun 1968. Dari hasil penelitian didapatkan adanya kandungan metal – Hg dari ekstrak kerang di teluk Minamata juga dari sedimen habitat kerang tersebut yang mengandung 10 – 100 ppm metal – Hg.

Darmono (2001), menyatakan bahwa jenis kerang baik yang hidup di air tawar maupun yang hidup di air laut banyak digunakan sebagai indikator pencemaran logam. Hal ini disebabkan karena habitat hidupnya yang menetap atau sifat bioakumulatifnya terhadap logam berat. Seperti pada hewan air lainnya (ikan dan udang) logam berat juga dapat terakumulasi pada jaringan kerang. Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya derajat akumulasi logam tersebut sama dengan faktor yang mempengaruhi akumulasi logam pada hewan air lainnya. Perbedaannya jenis kerang dapat mengakumulasi logam lebih besar daripada hewan air lainnya karena sifatnya yang menetap, lambat untuk dapat menghindarkan diri dari pengaruh polusi dan mempunyai toleran yang cukup

tinggi terhadap konsentrasi logam tertentu. Hal inilah yang menyebabkan jenis kerang merupakan indikator yang sangat baik untuk memonitor suatu pencemaran lingkungan.

2.8 Biologi Kerang Hijau

Klasifikasi kerang hijau menurut Anonymous (2006c) adalah :

Phylum : Mollusca

Klas : Pelecypoda/ Bivalva

Ordo : Mytiloidea

Family : Mytilidae

Genus : *Perna* (*Mytilus*)

Spesies : *Perna viridis*

Local name : Kerang hijau, *Green Mussel*

Kerang hijau termasuk dalam kelas Pelecypoda dengan ciri-ciri antara lain bentuk agak pipih dan memanjang, mempunyai cangkang yang tipis, keduanya simetris, namun satu cangkang agak cembung dari yang lainnya serta umbo (titik awal pertumbuhan cangkang) melengkung ke depan dan terdapat bysus pada cangkangnya untuk menempel pada substrat. Tipe alur cangkang konsentrik, dengan bagian pinggir berwarna hijau kebiru-biruan. Warna hitam dengan hijau kebiruan pada bagian pinggir cangkang. Ukuran panjang cangkang dapat mencapai 8 – 10 cm (Anonymous, 2006c).

Gambar morfologi kerang hijau dapat dilihat pada Lampiran 3.

Kerang hijau adalah bivalvia yang besar, panjangnya antara 80 – 100 mm, kadang-kadang bisa mencapai 165 mm (Anonymous, 2002a). Kerang hijau ini memulai hidup sebagai juvenil dengan cangkang warna hijau dan hijau kebiru-biruan, berkembang menjadi dewasa dengan tambahan berwarna coklat pada cangkangnya.

Secara internal alat pernafasannya yaitu *shipon exhalent* dan *averture inhalant*, terletak pada permukaan bagian dalam, bergaris lebih gelap daripada pola mantelnya yang selalu berubah-ubah (Anonymous, 1999).

Seks dari kerang hijau bertipe *separate*/terpisah dan pembuahan terjadi secara eksternal, kematangan seks terjadi ketika panjang cangkang (*shell*) antara 15 – 30 mm (berumur 2 – 3 bulan) (Anonymous, 2002a). Anonymous (1999) menyatakan bahwa pemijahan diawali oleh salah satu seks dari kerang hijau dengan melepaskan gamet ke dalam air. Pemijahan terjadi karena adanya individu lain yang memijah dan penurunan salinitas, 7 dari 9 jam sesudah pembuahan zigot secara sempurna berubah menjadi larva *trochopore* yang agresif, 16 – 19 jam berubah menjadi larva *veliger* yang ditandai dengan tertutupnya bagian internal tubuh oleh cangkang dan adanya perkembangan *velum ciliate* yang kuat. Pola pertumbuhan kerang hijau secara lengkap telah dipelajari hingga sekarang.

Anonymous (2002a) menyatakan bahwa pertumbuhan dari kerang hijau terjadi apabila berada pada kedalaman 2 meter dari permukaan dengan faktor lingkungan seperti salinitas dan suhu yang tidak berfluktuasi. Menurut Anonymous (1999) salinitas tingkat pertumbuhan yang tinggi dari kerang hijau berhubungan dengan salinitas yang tinggi dan kelimpahan fitoplankton. Bivalvia mempunyai toleransi salinitas sebesar 50 ‰ apabila kisarannya antara 20 – 80 ‰. Berdasarkan Anonymous (2002a), kerang hijau banyak ditemukan pada habitat estuari dengan kisaran salinitas antara 18 – 33 ‰, secara eksperimen masih dapat hidup pada salinitas antara 0 – 80 ‰. Kerang hijau mempunyai toleransi terhadap penurunan salinitas, ketika berada di atmosfer, dan berada pada air yang keruh.

Menurut Anonymous (2002) dalam Arifin (2004), suhu mempengaruhi kerang hijau sangat signifikan, kerang hijau memiliki toleransi suhu sebesar 50 % apabila kisarannya antara 10 – 35 °C. Kerang hijau banyak ditemukan di daerah estuari dengan kisaran suhu antara 10 – 32 °C. Derajat keasaman (pH) optimal bagi kehidupan kerang hijau antara 6 – 8, sedangkan DO optimalnya 3,5 – 9,5 mg/l.

Kerang hijau (*Perna viridis*) merupakan salah satu organisme air yang hidup menetap, bersifat *filter feeder* (makan dengan cara menyaring) dan berkembang biak pada tekanan ekologis yang tinggi. Sesuai dengan sifatnya ini maka dalam pertumbuhannya kerang hijau dapat mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya jika hidup pada perairan yang terkontaminasi logam berat (Anonymous, 2002b). Anonymous (2002) dalam Arifin (2004) menjelaskan bahwa jenis makanan kerang hijau adalah zooplankton kecil, fitoplankton dan bahan organik yang tersuspensi. Banyak spesies pemangsa kerang hijau antara lain : crustacea, bintang laut, moluska (gurita), ikan dan aktivitas manusia secara ekonomis. Habitat kerang hijau berada di daerah estuari, membentuk populasi yang padat (bisa mencapai 30.000 individu per meter kubik) dengan hidup di berbagai macam tempat yaitu : peralatan budidaya laut, dermaga, dan sedimen yang keras.

Menurut (Anonymous, 2006c), kerang hijau mendapatkan makanannya dari populasi plankton yang tumbuh secara alami di perairan. Kerang hijau merupakan sumber protein hewani yang paling murah dan teknik budidayanya sangat sederhana. Pengembangannya akan dilaksanakan pada suatu daerah yang berdekatan dengan kawasan yang berpenduduk padat dan secara teknis memungkinkan. Kerang hijau mempunyai potensi untuk menyebar secara geografi melalui penyebaran larva.

2.9 Keadaan Umum Daerah Penelitian

2.9.1 Letak Geografis dan Keadaan Topografi

Menurut Anonymous (2006a), Kabupaten Trenggalek terletak antara 111° 24' dan 112° 11' Bujur Timur dan antara 9° 53' dan 8° 24' Lintang Selatan, dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Tulungagung dan Ponorogo
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Tulungagung
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Samudera Indonesia, dan
- Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Ponorogo dan Pacitan

Luas wilayah Kabupaten Trenggalek 120532.950 ha terdiri dari 60% pegunungan dan 40% bagian dataran rendah. Ketinggian tempat terletak pada ketinggian 0 – 1250 m di atas permukaan laut. Wilayah darat seluas 126.140 ha, sedangkan luas wilayah laut (ZEEI) kurang lebih 17000 km² termasuk pulau-pulau kecil tidak berpenghuni kurang lebih 21 pulau. Perairan pantai selatan Kabupaten Trenggalek mempunyai potensi lestari sebesar 48.110 ton yang meliputi ikan pelagis dan ikan demersal (Anonymous, 2006a).

Daerah penelitian berada di pesisir pantai Prigi yang terletak di Desa Tasikmadu Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, Propinsi Jawa Timur. Desa Tasikmadu terletak ± 45 km arah Selatan Kabupaten Trenggalek dengan luas desa keseluruhan mencapai 2845,743 ha (Anonymous, 2005c).

Secara administrasi seluruh wilayah Kecamatan Watulimo terbagi atas 12 Desa dengan 32 dusun. Desa yang mempunyai wilayah pesisir pantai dan menjadi pusat kegiatan perikanan adalah Desa Karanggandu, Desa Prigi dan Desa Tasikmadu. Sedangkan wilayah pesisir pantai Kecamatan Watulimo terbagi menjadi 5 pusat kegiatan

perikanan yaitu Desa Karanggandu, Desa Prigi, Desa Tasikmadu, Desa Margomulyo dan Desa Sawahan (Anonymous, 2006a).

Secara umum kondisi topografis Kecamatan Watulimo adalah berbukit, dengan total wilayah tangkapan (*catchment area*) dan DAS yang bermuara di pantai Prigi mencapai ± 11.041 ha. Sumberdaya dominan di bagian daratan adalah kehutanan. Tinggi daerah Watulimo sekitar 299 m dari permukaan laut. Sedangkan kondisi topografis Desa Tasikmadu merupakan perpanjangan lereng pegunungan kapur Selatan dengan rata-rata ketinggian 3 m di atas permukaan laut. Struktur tanahnya sangat bagus untuk tanaman jati, selain itu juga digunakan untuk area persawahan yang banyak terdapat di bagian utara Desa Tasikmadu (Anonymous, 2005c).

Kondisi topografi di wilayah Kecamatan Watulimo dapat menentukan jenis kegiatan penduduk pada daerah dengan ketinggian 25 – 100 m dpl dengan kemiringan lahan 2 – 15 %, penduduk bermata pencaharian sebagian besar adalah petani. Pada ketinggian 0 – 25 m dpl masyarakat banyak yang melakukan aktifitas sebagian besar adalah nelayan yaitu menangkap ikan di laut (Anonymous, 2005c).

2.9.2 Keadaan Umum Perikanan

Kegiatan usaha perikanan di Kabupaten Trenggalek terdiri dari penangkapan ikan di laut, pengolahan ikan tradisional dan kegiatan budidaya air tawar. Hasil usaha tersebut dipasarkan dalam bentuk segar maupun olahan, baik untuk konsumsi dalam kabupaten maupun luar kabupaten. Jenis komoditas perikanan dominan adalah layang, tuna, tongkol, kembung dan ubur-ubur. Sedangkan komoditas ekspor adalah ikan layur, tuna, cakalang, udang barong (lobster) dan udang putih (Anonymous, 2002c).

Musim ikan di Kabupaten Trenggalek jatuh pada bulan April sampai dengan bulan Oktober, dengan puncak musim terdapat dalam bulan Agustus. Sifat perairan di pantai Selatan Jawa dipengaruhi oleh angin-angin musim yang terdapat di Indonesia, seperti angin musim timur dan angin musim barat. Hasil tangkapan yang tinggi pada bulan April sampai dengan bulan Oktober ini dipengaruhi oleh angin musim Timur. Sedangkan bulan Nopember sampai dengan bulan Maret merupakan musim paceklik dengan adanya musim penghujan dan angin kencang, sehingga hasil tangkapan rendah karena dipengaruhi oleh angin musim barat. Selain itu laut yang bergelombang besar akibat pengaruh angin barat yang mencapai puncak kekuatannya pada bulan Desember sampai Februari yang menyebabkan hasil tangkapan rendah pada bulan Nopember sampai dengan Maret (Anonymous, 2002c).

Usaha penangkapan ubur-ubur cukup besar dan mampu meningkatkan pendapatan nelayan walaupun ada yang kontroversi bahwa limbah dari pengolahan ubur-ubur mencemari lingkungan (potasium dan kalsium). Ubur-ubur diolah setengah jadi oleh pengusaha yang beroperasi di sekitar Desa Tasikmadu (Anonymous, 2002c).

2.10 Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Prigi

Menurut Anonymous (1998), yang dimaksud dengan pelabuhan perikanan adalah suatu kawasan kerja meliputi areal daratan dan perairan yang dilengkapi dengan fasilitas yang dipergunakan untuk memberikan pelayanan umum dan jasa guna memperlancar aktivitas kapal perikanan, usaha perikanan, dan kegiatan-kegiatan lain yang berkaitan dengan usaha perikanan.

Fungsi pelabuhan perikanan adalah pengembangan masyarakat nelayan, tambat-labuh kapal ikan, pendaratan ikan hasil tangkapan, pelayanan kegiatan operasional

kapal-kapal ikan, pengembangan industri dan pelayanan ekspor hasil perikanan, melaksanakan pengawasan kegiatan perikanan, penyuluhan perikanan, dan pengumpulan data perikanan (Syahril, 2001).

Menurut Anonymous (2002c), Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi dibangun diatas tanah seluas 8,5 ha. Pada posisi koordinat $111^{\circ} 43' 58''$ dan $8^{\circ} 17' 22''$ LS, tepatnya terletak di Desa Tasikmadu, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, dengan batas-batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara : pemukiman penduduk, daerah rawa-rawa yang sudah diolah menjadi lahan pertanian sebagai lagoon dan hutan lindung yang merupakan kawasan milik Perum Perhutani
- Sebelah Selatan : Samudera Indonesia
- Sebelah Timur : muara sungai dari lagoon dan hutan lindung juga merupakan kawasan Perum Perhutani
- Sebelah Barat : lokasi pemukiman nelayan

Secara umum kondisi topografi Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi relatif datar dengan kemiringan lereng rata-rata 3 %, keadaan pantai landai, berpasir dan berlumpur. Khusus perairan Teluk Prigi adalah merupakan daerah perairan terlindung dengan kedalaman rata-rata 9 – 35 m. Adanya *upwelling* pada pertengahan musim Barat dan Timur menyebabkan produktifitas perairan saat itu cukup tinggi, yaitu dengan meningkatnya plankton sebagai makanan bagi ikan-ikan pelagis yang pola hidupnya bergerombol (Anonymous, 2002c).

Prigi merupakan salah satu pelabuhan perikanan besar di Jawa Timur selain Pelabuhan Perikanan Nusantara Brondong yang berada di Kabupaten Lamongan. Pelabuhan Perikanan Prigi yang kini berstatus sebagai Pelabuhan Perikanan Nusantara

(Pelabuhan Perikanan tipe B), dimana letaknya cukup potensial sebagai tempat pendaratan ikan karena berbatasan langsung dengan Samudra Indonesia sebagai jalur migrasi ikan pada umumnya. Sedangkan ditinjau dari kondisi oceanografisnya pantai Prigi juga cukup strategis sebagai tempat pendaratan ikan karena kondisi alamnya yang berupa teluk yang dikelilingi bukit-bukit sehingga memungkinkan sekali untuk ditambat-labuhi kapal-kapal ikan dengan aman. Dan oleh karena Prigi sebagai pelabuhan perikanan yang berstatus tipe B, maka nelayan-nelayan asing dari luar daerah setempat pun juga bisa berlabuh di pelabuhan tersebut (Anonymous, 2002c).

Menurut Anonymous (2002c), Pelabuhan Perikanan Prigi termasuk dalam Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) dengan tipe B karena memiliki kriteria, antara lain melayani kapal perikanan berukuran 15 – 60 GT, dapat menampung 75 buah kapal atau 3000 GT, melayani kapal ikan yang beroperasi diperairan ZEEI dan Nusantara, jumlah ikan yang didaratkan $\pm 40 - 50$ ton/hari atau $\pm 8.000 - 15.000$ ton/tahun.

Fasilitas-fasilitas fungsional/komersial yang menjadi aset Perum Prasarana Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi, yaitu (1) Tempat Pelelangan Ikan (TPI) terdiri dari 2 unit yang dilengkapi dengan tempat pengepakan dan sarana-sarana pelelangan, (2) pabrik es, (3) Instalasi BBM, (4) Instalasi Air Tawar dengan sumber air berasal dari sumur pada kedalaman kurang lebih 90 m, (5) *Cold Storage*, (6) bengkel untuk kapal perikanan, (7) kantor pelabuhan perikanan, (8) rumah dinas dan mess operator, (9) Koperasi Mina Teluk Prigi (Anonymous, 2002c).

2.11 Karakteristik Perairan Prigi

Tipe umum dari pantai Selatan Jawa adalah tidak terdapat landas benua, tetapi curam dan berbatu karena terdapat palung (*trench*) yang dikenal sebagai palung Jawa

dengan kedalaman maksimum 7140 m dan memanjang hingga pantai Utara Jawa yang merupakan landas benua dan cukup landai. Oleh sebab itu dari peta lautnya dapat dilihat bahwa kedalaman rata-rata di dalam Teluk adalah sekitar 30 m, di luar teluk antara 70 – 100 m pada jarak 2 mil dari pantai, sedangkan pada jarak sekitar 25 mil kedalamannya telah mencapai sekitar 1000 m (Anonymous, 2002c).

Daerah Selatan Jawa merupakan area yang cukup potensial sebagai daerah perikanan. Potensi perikanan yang cukup besar tersebut salah satunya karena berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. Panjang pantai Selatan Kabupaten Trenggalek ± 96 km, dimana sebagian besar pantainya berbentuk teluk yang terdiri dari Teluk Panggul, Teluk Munjungan dan yang paling besar adalah Teluk Prigi. Luas ZEE Kabupaten Trenggalek adalah 35.424 km² yang merupakan wilayah perairan laut yang dieksploitasi. Teluk Panggul tidak lebar, terdapat karang-karang dasar berlumpur bercampur pasir yang mempunyai kedalaman 8 – 40 m. Teluk Munjungan mempunyai banyak tebing yang curam dan berbatu karang, dasar pasir mempunyai kedalaman 10 – 15 m. Teluk Prigi mempunyai dasar laut lumpur bercampur pasir sedikit berbatu karang mempunyai kedalaman 15 – 61 m (Anonymous, 2003b).

Salah satu daerah perikanan yang merupakan wilayah selatan Jawa adalah perairan Prigi. Prigi merupakan sebuah teluk yang berhadapan dengan Samudra Hindia. Panjang pantai Prigi sekitar 4 km dan pelabuhan pantai Prigi terletak di tengah-tengahnya lekukan Teluk Prigi dari Desa Tasikmadu ke Tanjung Sisrui sekitar 5 mil. Keadaan perairan didalam teluk cukup tenang dan jarang sekali bergelombang besar antara lain karena bentuk pantainya yang sempit serta curam sehingga dapat mengurangi arus pasang yang kencang. Selain itu, di depan mulut terdapat beberapa buah pulau karang yang kecil-kecil seperti Pulau Sigulung, Baja Langor, Solima yang dikelilingi

oleh terumbu karang dengan dasar laut yang berbatu dan dapat berfungsi sebagai pemecah atau penahan ombak (*wave break*) ke dalam Teluk Prigi (Uktolseja, 1993).

Teluk Prigi teluknya paling besar mempunyai tiga (3) pantai yaitu Pantai Damas di Desa Karanggandu, Pantai Ngresep di Desa Tasikmadu dan Desa Prigi, Pantai Karanggongso termasuk pasir putih terletak di Dusun Karanggongso Desa Tasikmadu (Anonymous, 2002d).

Teluk Segarawedi (Prigi) adalah perairan pantai dalam wilayah Kecamatan Watulimo, Kabupaten DATI II Trenggalek. Perairan Teluk Prigi mempunyai suhu rata-rata 28 °C, kecepatan arus rata-rata yaitu 0,1 m/s dan kecerahan rata-rata yaitu 20,3 m. Dasar perairannya lumpur bercampur pasir dan sedikit berbatu karang, dengan kedalaman 6 – 60 m (Anonymous, 2002d).

Panjang total garis pantai wilayah Prigi mencapai $\pm 25,6$ km, dengan garis pantai landai berpasir 11,15 km dan sisanya berupa tepian pantai yang curam 14,45 km. Luas total wilayah pantai sampai gugus pulau terluar adalah ± 9.855 ha. Berdasarkan *contour iso-depth*, perairan pantai dibedakan atas kedalaman: (i) 0 – 5 m; (ii) 5 – 10 m; (iii) 10 – 20 m; dan (iv) kedalaman 20 – 100 m. Muara sungai (pancer) yang membawa beban sedimentasi ke pantai adalah Pancer Ledong, Ngemplak, Cengkrong dan Pancer Bang (Anonymous, 2002d).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah kerang hijau (*Perna viridis*), air laut dan sedimen yang diambil dari 3 stasiun yang sudah ditentukan di perairan Prigi dan selanjutnya akan dianalisa kandungan logam beratnya yaitu timbal (Pb). Beberapa parameter pendukung yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, salinitas, pH (derajat keasaman), substrat, dan kecepatan arus.

3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 4. Peralatan dan Kegunaan

No.	Peralatan	Kegunaan
1.	Termometer	Untuk mengukur suhu perairan
2.	Hand refraktometer	Untuk mengukur salinitas perairan
3.	pH meter	Untuk mengukur pH perairan
4.	Cool box	Untuk menyimpan sampel
5.	AAS	Untuk menganalisis kandungan logam berat Pb
6.	Kantung plastik	Untuk menyimpan sampel kerang dan sedimen
7.	Botol	Untuk menyimpan sampel air laut

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 5. Bahan dan Kegunaan

No.	Bahan	Kegunaan
1.	Aquades	Untuk kalibrasi hand refraktometer
2.	Es batu	Untuk mengawetkan sampel kerang, air laut dan sedimen
3.	Kerang Hijau	Sebagai obyek penelitian
4.	Sedimen	Sebagai obyek penelitian
5.	Air laut	Sebagai obyek penelitian
6.	CO ₂ kering	Untuk mengawetkan sampel

3.2 Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini adalah *metode survey*. Menurut Suryabrata (1988), *metode survey* yaitu dengan mengamati atau observasi sebagian dari populasi yang ingin diteliti, yang ciri-ciri dan keberadaannya diharapkan mampu mewakili atau menggambarkan ciri-ciri dan keberadaan populasi yang sebenarnya dan teknik pengambilan data dilakukan dengan sampling.

Pengambilan sampel pada tiap stasiun dengan menggunakan teknik “*simple random sampling*” (pengambilan sampel secara acak sederhana). Pada metode ini anggota-anggota sampel dipilih langsung dari seluruh populasi dengan tidak membagi dahulu populasi menurut kelompok-kelompok, karena dianggap memiliki peluang yang sama untuk dipilih. Jadi dengan cara ini dianggap populasi tersebut sebagai satu

kelompok besar, dimana sampel tersebut diambil untuk mewakili populasinya (Supranto, 1992). Populasi yang dimaksud disini adalah populasi kerang hijau (*Perna viridis*) yang tersebar pada tiap-tiap stasiun. Maka dengan mengambil sampel yang dilakukan secara acak, akan diperoleh suatu sampel homogen dan telah mewakili seluruh wilayah pada masing-masing stasiun.

Pengambilan data penelitian ini dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Data Primer

Menurut Suryabrata (1988) data primer adalah data yang secara langsung dikumpulkan oleh peneliti dari sumber pertamanya. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi atau pengamatan langsung di lapang. Data primer dalam penelitian ini yaitu kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut, serta data kualitas air yang terdiri dari suhu, salinitas, pH, substrat, dan kecepatan arus.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti (Marzuki, 1983), sedangkan menurut Azwar (1997) data sekunder dapat berupa data dokumen atau data laporan yang telah tersedia. Data sekunder dalam penelitian ini berupa laporan instansi terkait, jurnal serta kepustakaan lain yang menunjang dalam penelitian ini.

3.3 Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel

Penelitian ini dilakukan di wilayah perairan Prigi Kabupaten Trenggalek dengan menggunakan 3 stasiun pengambilan sampel (dapat dilihat pada lampiran 4). Sedangkan waktu pengambilan sampel pada masing-masing stasiun dilakukan sebanyak 3 kali dengan rentang waktu pengambilan sampel setiap 3 minggu sekali.

3.3.1 Stasiun 1

Stasiun ini tepat berada didepan pulau Karang Pegat, dimana pulau Karang Pegat tersebut terletak tepat didepan muara. Disekitar muara sungai ini terdapat pemukiman penduduk dan areal perkebunan yang cukup luas. Selain itu disekitar muara sungai juga terdapat berbagai macam aktivitas pengolahan hasil-hasil perikanan yang banyak dilakukan oleh penduduk setempat yang bekerja sebagai nelayan, seperti pengolahan ikan asin, pemindangan ikan dan pengasapan. Pada stasiun ini selain terdapat banyak organisme kerang hijau (*Perna viridis*) yang hidupnya menempel di batu-batu karang, juga terdapat banyak tiram yang hidupnya menempel di bebatuan serta terdapat pula kerang bulu (*Anadara antiquata*) dan kerang putih (*Corbula faba*) yang hidup di substrat lumpur berpasir. Stasiun ini selain didominasi organisme dari phylum Molusca kelas Pelecypoda juga didominasi oleh organisme phylum Molusca dari kelas Gastropoda dan kelas Amphineura. Selain itu juga banyak ditemukan organisme dari phylum Echinodermata, seperti landak laut, bulu babi, timun laut dan bintang laut mengular. Stasiun ini merupakan tempat dimana penduduk setempat dan nelayan biasa mencari kerang.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Stasiun Pengamatan 1

3.3.2 Stasiun 2

Stasiun 2 letaknya menyamping ke kanan dari muara dan berjarak \pm 30 m dari bibir muara. Stasiun ini terletak \pm 175 m dari stasiun 1 dan lebih dekat dengan aktivitas pelayaran yang cukup padat karena dekat dengan galangan kapal perikanan, tempat bersandarnya kapal-kapal perikanan, tempat pendaratan ikan dan tempat pelelangan ikan. Pada stasiun ini lebih banyak didominasi phylum Molusca dari kelas Pelecypoda daripada kelas Gastropoda.



Gambar 2. Lokasi Penelitian Stasiun Pengamatan 2

3.3.3 Stasiun 3

Stasiun ini terletak \pm 200 m dari stasiun 1 ke arah timur, dekat dengan areal perkebunan tetapi agak jauh dari pemukiman penduduk, aktivitas pelayaran dan muara sungai. Selain itu stasiun ini agak dekat dengan pantai Karanggongso yang biasa digunakan untuk kegiatan pariwisata. Stasiun 3 juga banyak didominasi phylum Molusca dari kelas Pelecypoda, kelas Gastropoda, dan kelas Amphineura.



Gambar 3. Lokasi Penelitian Stasiun Pengamatan 3

3.4 Metode Pengambilan Sampel

3.4.1 Pengambilan Sampel Karang

Metode pengambilan sampel karang dengan prosedur sebagai berikut : pengambilan sampel karang dilakukan pada saat air pantai surut dengan menyerok karang yang menempel pada permukaan sedimen dasar pantai dan batu karang. Karang yang diambil sebagai sampel berukuran 4 – 7 cm dan berjumlah 20 per stasiun. Sampel Karang yang telah terkumpul dimasukkan ke dalam kantong plastik dibedakan berdasarkan stasiun yang dipilih, kemudian dimasukkan dalam *ice box*, diberi CO₂ kering dan ditutup dengan rapat untuk menghindari proses pembusukan kemudian disimpan dalam *freezer* dengan suhu di bawah -10 °C.

3.4.2 Pengambilan Sampel Air Laut

Metode pengambilan sampel air laut didasarkan pada Hutagalung (1997) dengan prosedur sebagai berikut : sampel air laut diambil sesuai kebutuhan analisis logam berat dengan menggunakan botol plastik. Sampel air diambil pada perairan di stasiun tempat pengambilan sampel karang, frekuensi pengambilan sampel air laut dilakukan secara

bersamaan dengan pengambilan sampel kerang. Botol yang sudah berisi sampel air laut ditutup rapat dan diberi kertas label dan dibungkus dengan plastik klep agar tidak dimasuki oleh benda lain, lalu dimasukkan ke dalam *ice box* yang sudah diberi es batu agar awet. Ketika dilakukan pengambilan sampel air laut dilakukan juga pengukuran kualitas air.

3.4.3 Pengambilan Sampel Sedimen

Metode pengambilan sampel sedimen berdasarkan pada Hutagalung (1997) dengan prosedur sebagai berikut : sedimen diambil dengan menggunakan kayu lalu dimasukkan dalam kantong plastik, kemudian diikat rapat dan diberi label, selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik klep besar dan disimpan dalam *ice box* yang sudah diberi es batu.

3.5 Metode Analisa Logam Berat

Analisis logam berat Pb pada sampel padat dan sampel cair dilakukan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) merek Phillips tipe PU 9100X.

3.5.1 Analisis Logam Berat pada Sampel Padat (Kerang dan Sedimen)

Analisa logam berat Pb pada sampel padat berdasarkan Anonymous (1990) dengan tahapan sebagai berikut : Sampel padat ditimbang ± 50 gram dengan timbangan sartorius untuk mendapatkan berat basah, selanjutnya dioven dengan suhu 105°C selama 3 – 5 jam sampai mendapatkan berat konstan. Sampel yang sudah dioven lalu dimasukkan *beaker glass* 100 ml dan ditambahkan HNO_3 dengan perbandingan 1 : 1

sebanyak $\pm 10 - 15$ ml, kemudian dipanaskan diatas *hot plate* di kamar asam sampai menjadi ± 3 ml lalu disaring dengan kertas saring ke dalam labu ukur 50 ml. Proses penyaringan diulangi lagi sampai tanda batas pada labu ukur dengan terlebih dahulu menambahkan aquades ke dalam *beaker glass* tempat sampel, sebelum sampel dianalisis dianalisis dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) pada panjang gelombang 283,3 nm maka perlu disiapkan juga larutan standar dari larutan Pb dengan konsentrasi 0 ; 0,005 ; 0,1 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 4 ppm, selanjutnya sampel dan larutan standar dianalisis dengan AAS dan dicatat nilai absorbansinya, kemudian untuk larutan standar dibuat kurva kalibrasinya. Larutan standar ini berfungsi untuk membantu menentukan nilai konsentrasi Pb pada sampel, karena prinsip kerja mesin AAS hanya menentukan nilai absorbansi.

3.5.2 Analisis Logam Berat pada Sampel Cair (Air Laut)

Analisa logam berat Pb pada sampel cair berdasarkan Anonymous (1990) dengan tahapan sebagai berikut : sampel cair dikocok, diukur 50 ml secara duplo dan dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml, ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat dan dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 – 20 ml, ditambahkan lagi 5 ml HNO₃ pekat kemudian gelas piala ditutup dengan kaca arloji dan dipanaskan lagi, penambahan asam dan pemanasan dilanjutkan sampai semua logam larut dan yang terlihat dari warna endapan dalam sampel cair menjadi agak putih atau sampel cair menjadi jernih, ditambahkan lagi 2 ml HNO₃ pekat dan dipanaskan kira-kira 10 menit, selanjutnya kaca arloji dibilas dan air bilasannya dimasukkan ke dalam gelas piala, kemudian sampel cair dipindahkan ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera, selanjutnya sampel cair dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan dianalisis

dengan mesin AAS pada panjang gelombang 238,3 nm, dicatat absorbansinya. Prinsip perhitungan dan pembuatan larutan standar sama dengan sampel padat.

3.6 Prosedur Pengukuran Parameter Kualitas Air

3.6.1 Suhu

Pengukuran suhu air laut menggunakan termometer yaitu dengan cara memasukkan termometer ke dalam perairan yang akan diukur temperaturnya dan dibiarkan beberapa saat agar keadaannya konstan, kemudian mencatat angka yang tertera pada termometer tersebut dengan satuan °C.

3.6.2 pH (*Derajat Keasaman*)

Penentuan pH perairan yaitu dengan menggunakan pH paper, yaitu dengan cara memasukkan pH paper ke dalam perairan dan dibiarkan beberapa saat setelah itu disesuaikan dengan warna yang ada pada kotak tersebut.

3.6.3 Salinitas

Penentuan salinitas perairan dengan menggunakan refraktometer, yaitu melakukan kalibrasi pada refraktometer dengan cara meneteskan lensa refraktometer dengan aquades dan mengeringkan dengan tissue, kemudian mengatur skala yang tertera pada layar refraktometer agar tepat pada angka nol, meneteskan lensa refraktometer dengan air laut, melihat angka yang tertera pada layar refraktometer dengan cara menerawangkan ke arah datangnya sinar matahari, dan mencatat angka yang tertera sebagai nilai salinitas.

3.6.4 Kecepatan Arus

Pengukuran kecepatan arus dengan prosedur sebagai berikut : mengikatkan pelampung pada tali sepanjang 5 meter, menghanyutkan pelampung yang telah diikatkan dengan tali, mencatat waktu yang ditempuh oleh pelampung tersebut sepanjang 5 meter dan mencatat arah arus yang ditunjukkan oleh gerak pelampung, menghitung nilai kecepatan arus dengan rumus :

$$V = \frac{S}{T}$$

Dimana : V = kecepatan arus

S = jarak yang ditempuh oleh pelampung

T = waktu yang ditempuh selama menghanyutkan pelampung sejauh 5 meter

3.6.5 Substrat Dasar

Penentuan jenis substrat dilakukan secara visual, apakah termasuk berpasir, berlumpur, berbatu atau lumpur-berpasir.

3.7 Analisa Data

Data hasil analisis ditampilkan secara statistik untuk melihat pengaruh kandungan logam berat yang terakumulasi dalam kerang, air laut dan sedimen.

- **Regresi Linier Sederhana**

Untuk mengetahui hubungan antara 2 variabel atau bilamana kita ingin meramal nilai suatu variabel berdasarkan pengetahuan tentang variabel lainnya, digunakan regresi linier sederhana. Cara ini digunakan untuk menentukan tingkat perubahan suatu variabel

yang disebabkan variabel lain (Dajan, 1986), yaitu kandungan logam berat Pb pada kerang dengan kandungan logam berat Pb air laut dan sedimen. Persamaan regresi linier

sederhana : $Y = a + bX_1 \rightarrow$ hubungan kandungan Pb pada kerang dengan air laut ,

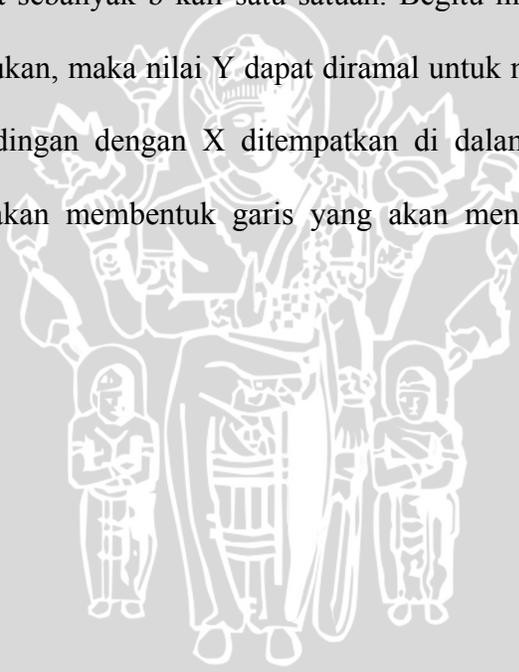
$Y = a + bX_2 \rightarrow$ hubungan kandungan Pb pada kerang dengan sedimen ,

dimana : $Y =$ kandungan logam berat Pb pada kerang

$X_1 =$ kandungan logam berat Pb pada air laut

$X_2 =$ kandungan logam berat Pb pada sedimen

Persamaan di atas menunjukkan bahwa setiap kali X meningkat satu satuan, maka Y akan meningkat sebanyak b kali satu satuan. Begitu nilai konstan (a dan b) dalam persamaan ditentukan, maka nilai Y dapat diramal untuk nilai X berapa pun. Jika nilai Y sebagai perbandingan dengan X ditempatkan di dalam bidang grafik, maka persamaan regresi ini akan membentuk garis yang akan menggambarkan hubungan tersebut dengan baik.





4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Logam Berat Pb di Perairan Prigi

Bahan pencemar yang masuk ke perairan laut sebagian dapat diencerkan dan disebarkan ke seluruh wilayah laut melalui adukan turbulensi dan arus laut serta dibawa oleh arus laut dan biota yang beruaya. Sedangkan sebagian lagi tidak diencerkan dan disebarkan, tetapi dipekatkan melalui proses biologi, fisik dan kimiawi, dimana dalam proses biologi bahan pencemar termasuk logam berat biasanya diserap oleh organisme laut seperti ikan, fitoplankton maupun tumbuhan laut kemudian diserap lagi oleh plankton nabati kemudian akan berpindah ke tingkat tropik selanjutnya seperti avertebrata dan zooplankton dan kemudian ke ikan dan mamalia, sedangkan proses fisik dan kimiawi dengan cara absorpsi, pengendapan dan pertukaran ion (Sianainenia, 2001). Proses masuknya bahan pencemar ke dalam ekosistem laut sebagaimana dapat dilihat pada lampiran 1.

Bahan-bahan pencemar yang diduga mengandung logam berat, khususnya logam berat Pb yang masuk ke Perairan Prigi berasal dari muara sungai dan aktivitas pelayaran. Valenta, *et.al.* (1986) dalam Kiswara (1994) menjelaskan bahwa arus pelayaran merupakan salah satu pencemaran logam Pb yang penting karena berasal dari buangan-buangan bahan bakar kapal-kapal perikanan berupa bensin, solar dan oli, serta kerangka kapal yang terdiri dari logam dan cat yang digunakan untuk mengecat kapal, ditambah lagi menurut Anonymous (2004b), Pb banyak ditemukan pada bahan aditif bensin yaitu *tetraethyl lead (TEL)* dan hasil pembakarannya, dan Fardiaz (1992) juga menyatakan bahwa komponen timbal digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di dalam air rendah, dapat berfungsi sebagai pelindung dari panas sinar matahari dan rembesan air

laut yang masuk ke dalam kerangka kapal. Menurut Darmono (1995), Pb yang berbentuk tetraetil Pb biasanya digunakan untuk melindungi mesin, sehingga mesin pada kapal-kapal perikanan mengandung logam berat Pb. Sedangkan bahan pencemar yang berasal dari muara sungai biasanya berasal dari limbah rumah tangga, seperti penggunaan produk-produk logam untuk amunisi, pelapis kabel, pipa dan solder, pembuatan pelapis keramik, dan pewarna cat (Fardiaz, 1992). Darmono (2001) juga menyatakan bahwa Pb dapat berasal dari pembakaran sampah.

Adanya kegiatan pertanian di wilayah Prigi akan menghasilkan limbah yang dibuang ke sungai dan menimbulkan terjadinya pencemaran Pb, dimana limbah pertanian berupa pemakaian pestisida dan insektisida merupakan salah satu sumber pencemaran Pb karena persenyawaan yang terbentuk antara Pb dengan arsenat dapat digunakan sebagai insektisida (Palar, 1994), ditambah lagi menurut Sunu (2001), Pb biasa digunakan dalam pestisida. Industri *cold storage* dan industri pembuatan tepung ikan yang letaknya dekat dengan perairan Prigi diduga akan menimbulkan terjadinya pencemaran logam berat Pb, dimana menurut Fardiaz (1992), Pb dapat digunakan untuk melapisi pipa-pipa yang mengalirkan bahan-bahan kimia yang korosif dan melapisi tempat-tempat cucian yang sering mengalami kontak dengan bahan-bahan korosif.

Tingginya tingkat akumulasi Pb dalam tubuh kerang hijau tidak terlepas dari tingginya konsentrasi Pb yang masuk dalam badan air, baik secara alamiah maupun limbah yang ada di sekitar perairan Prigi. Logam berat Pb yang masuk ke dalam perairan laut secara alamiah melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, serta dapat pula diakibatkan adanya proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin (Effendi, 2003). Sumber-sumber pencemaran logam berat Pb akan mengalami pengkristalan Pb di udara dan kemudian masuk ke lingkungan perairan,

seperti sungai, danau, dan laut, yang akhirnya akan terakumulasi pada tanah atau sedimen (Sianainen, 2001). Jalur masuknya Pb pada lingkungan sebagaimana dapat dilihat pada lampiran 2.

4.1.1 Stasiun 1

Stasiun 1 tepat berada didepan pulau kecil yang disebut pulau Karang pegat, dimana pulau Karang pegat tersebut terletak tepat didepan muara. Disekitar muara sungai ini terdapat pemukiman penduduk dan areal perkebunan yang cukup luas. Selain itu, stasiun ini cukup dekat dengan aktivitas pelayaran karena pada muara sungai terdapat sandaran kapal-kapal perikanan dan perahu-perahu.

Menurut Sumich (1992), dan Barnes dan Hughes (1999) dalam Anonymous (2005e), tipe substrat dasar perairan pesisir ditentukan oleh arus dan gelombang, juga kelandaian pantai. Substrat daerah pesisir terdiri dari bermacam-macam tipe, antara lain lumpur, lumpur berpasir, pasir dan berbatu. Pada daerah pesisir dengan kecepatan arus dan gelombang lemah mempunyai substrat cenderung berlumpur, dan biasanya ditemukan di daerah sekitar muara. Stasiun 1 terletak sangat dekat dengan muara, sehingga jenis substrat yang ditemukan pada stasiun 1 adalah substrat lumpur berpasir dan lumpur berbatu. Selain itu juga terdapat substrat dengan batu-batuan karang, dimana kerang hijau banyak yang hidupnya menempel di batu-batuan karang tersebut.

Beberapa jenis moluska menempel pada batu dengan *byssal* atau *byssus* yang dihasilkan kelenjar kaki dan mengeras jika ada di dalam air laut. *Perna viridis* (kerang hijau) yang dijadikan sebagai bioindikator dalam penelitian ini yang digunakan untuk memonitor adanya pencemaran logam berat ke dalam perairan laut adalah jenis moluska yang memiliki *byssus* dan hidup menempel pada substrat berpasir, berlumpur dan batu-

batuan karang (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang ditemukan pada stasiun 1 selama penelitian dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Kandungan Pb Kerang Hijau, Air Laut dan Sedimen (mg/l) di Stasiun 1

Obyek Penelitian	Waktu Pengamatan		
	15-07-2006	08-08-2006	28-08-2006
Kerang Hijau	2,53	2,06	2,93
Air Laut	1,47	0,34	0,43
Sedimen	12,16	11,004	14,12

Kandungan Pb pada sedimen di stasiun 1 lebih besar jika dibandingkan dengan kandungan Pb pada kerang hijau dan air laut, dimana bahan pencemar yang mengandung logam berat yang masuk ke perairan laut akan disebarkan oleh adanya turbulensi dan arus laut, kemudian terakumulasi dan mengendap pada sedimen, hal ini sebagaimana dijelaskan pada lampiran 1. Selain itu, letak stasiun 1 yang dekat dengan muara menyebabkan kandungan Pb pada sedimen lebih besar, dimana perairan yang berada di sekitar muara akan menerima masukan bahan pencemar yang cukup tinggi, karena bahan pencemar tersebut terbawa oleh arus sungai dan laut sehingga berpotensi memiliki kandungan lumpur yang tinggi dibandingkan dengan perairan yang agak jauh dari muara dan letaknya ke arah laut lepas (Arisandi, 2001).

Kandungan Pb tertinggi pada sedimen di stasiun 1 ditemukan pada pengambilan sampel ketiga (28-08-2006) yaitu mencapai 14,12 mg/l, selanjutnya pada pengambilan sampel pertama (15-07-2006) sebesar 12,16 mg/l, dan terendah ditemukan pada pengambilan sampel kedua (08-08-2006) yaitu 11,004 mg/l. Kandungan logam berat Pb tersebut pada sedimen di stasiun 1 belum melampaui ambang batas, dimana berdasarkan

Reseau National d' Observation (RNO) dalam Rochyatun (2003), kandungan logam Pb pada sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10 – 70 mg/l.

Sebagaimana yang dijelaskan pada lampiran 1 bahwa masuknya bahan pencemar ke dalam perairan laut sebagian akan dipekatkan oleh proses fisik dan kimiawi, dan sebagian lagi dipekatkan melalui proses biologi. Pada proses fisik dan kimiawi selain dengan absorpsi dan pertukaran ion juga dengan pengendapan di dasar laut, sedangkan melalui proses biologi akan diserap oleh organisme laut, seperti avertebrata dan zooplankton. Hal inilah yang menyebabkan tinggi rendahnya kandungan Pb pada kerang hijau akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kandungan Pb pada sedimen karena sifat kerang hijau yang hidupnya menempel pada substrat lumpur berpasir.

Hasil analisa kandungan Pb pada kerang hijau tertinggi ditemukan di stasiun 1 pada pengambilan sampel ketiga yaitu sebesar 2,93 mg/l, selanjutnya pengambilan sampel pertama ditemukan kandungan Pb sebesar 2,53 mg/l, dan pengambilan sampel kedua dengan kandungan Pb terendah yaitu 2,06 mg/l. Kandungan Pb yang ditemukan pada kerang hijau di stasiun 1 sudah melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh WHO, dimana menurut Sianainen (2001), ambang batas Pb untuk organisme kerang-kerang yang diperbolehkan oleh WHO yaitu 2 ppm.

Tingginya kandungan logam berat Pb pada kerang hijau di stasiun 1 ini dapat disebabkan karena letak stasiun yang berada tepat didepan muara. Sebagaimana kita ketahui bahwa muara sungai merupakan delta dan terjadi percampuran antara air tawar dengan air laut, sehingga bahan pencemar yang diduga mengandung logam berat Pb, yang masuk ke perairan sungai dan terbawa oleh arus sungai kemudian akan terakumulasi di muara sungai dalam bentuk sedimen dan terlarut dalam air, dan dengan mudah masuk ke tubuh kerang hijau dengan cara memfiternya, dimana menurut

Anonymous (2002) dalam Arifin (2004) bahwa kerang hijau bersifat *filter feeder* (makan dengan cara menyaring).

Kandungan Pb dalam air laut tertinggi pada stasiun 1 ditemukan pada pengambilan sampel pertama yaitu sebesar 1,47 mg/l, selanjutnya pengambilan sampel ketiga sebesar 0,43 mg/l, dan terendah ditemukan pada pengambilan sampel kedua yaitu 0,34 mg/l. Kandungan Pb dalam air laut pada stasiun ini telah melampaui ambang batas baku mutu Pb air laut, sebagaimana yang dijelaskan oleh Forstner (1997) dalam Supriharyono (2002) bahwa kandungan Pb yang terkandung dalam air laut berkisar antara 0,005 – 0,03 mg/l. Tingginya kandungan Pb pada air laut di stasiun ini disebabkan letak stasiun yang dekat dengan muara, dimana pada muara terjadi pertemuan antara arus sungai dengan arus laut sehingga bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan cukup tinggi. Sebagaimana yang dijelaskan pada lampiran 1 bahwa bahan pencemar yang masuk ke ekosistem laut akan disebarkan oleh adanya arus laut dan turbulensi, sehingga kandungan Pb pada air laut lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan Pb pada sedimen dan kerang hijau.

Walaupun kandungan Pb pada air laut di stasiun 1 sudah melampaui ambang batas, tetapi organisme kerang hijau yang hidup di perairan tersebut masih dapat bertahan hidup, hal ini disebabkan adanya lendir pada tubuh kerang yang mempunyai senyawa ligan yang dapat menurunkan daya racun. Selain itu, logam Pb pada suatu perairan berbentuk ikatan ionik dan kovalen sehingga menyebabkan kerang dapat bertahan hidup pada perairan dengan tingkat pencemaran logam berat yang sudah melampaui ambang batas (Roberts, *et.al.*, 1982 dalam Gunawan, 2000).

Pb merupakan logam *non-esensial* yang tidak diregulasi oleh organisme air sehingga logam ini terus menerus terakumulasi oleh jaringan organisme tersebut dan

kandungannya dalam jaringan terus naik sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air (Darmono, 1995). Kandungan Pb pada air laut lebih rendah dibandingkan dengan kandungan Pb pada kerang hijau. Hal ini disebabkan karena proses akumulasi Pb pada tubuh kerang hijau terjadi melalui absorpsi air, partikel dan plankton yang diperoleh dengan cara memfilternya sesuai dengan cara makan dari kerang hijau yang bersifat *filter feeder* (Anonymous, 2002 dalam Arifin, 2004). Menurut Wiley (1983) dalam Widodo (2005), mekanisme atau proses masuknya zat pencemar atau logam berat ke dalam tubuh organisme dibagi menjadi 3 bagian, yaitu : (1) pengangkutan melalui sistem sirkulasi atau peredaran darah, (2) terakumulasi dalam organ organisme target, (3) melalui sistem ekskresi.

4.1.2 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak ± 175 m dari stasiun 1 dan letaknya sangat dekat dengan aktivitas pelayaran yang cukup padat karena dekat dengan galangan kapal perikanan, tempat bersandarnya kapal-kapal perikanan dan tempat pendaratan ikan. Stasiun ini letaknya menyamping ke arah barat dari muara dan berjarak ± 50 m muara. Selain itu, stasiun ini dekat dengan industri *cold storage* atau pembekuan hasil-hasil perikanan.

Jenis substrat dasar perairan mempengaruhi jenis hewan laut yang dapat hidup pada atau di dalam dasar laut. Berbagai macam dasar perairan yang umum kita jumpai adalah dasar lumpur, pasir, batu atau cadas, dan tumpukan benda (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Kondisi substrat pada stasiun 2 yaitu lumpur berpasir dan lumpur berbatu, hal ini dapat disebabkan karena letaknya yang agak dekat dengan muara, dimana pada perairan yang dekat dengan muara kondisi substrat yang ditemukan adalah lumpur berpasir dan lumpur berbatu (Sumich, 1992 dan Barnes dan Hughes, 1999 dalam

Anonymous, 2005e). Kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang ditemukan pada stasiun 2 selama penelitian dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Kandungan Pb Kerang Hijau, Air Laut dan Sedimen (mg/l) di Stasiun 2

Obyek Penelitian	Waktu Pengamatan		
	15-07-2006	08-08-2006	28-08-2006
Kerang Hijau	3,03	2,32	1,99
Air Laut	1,12	0,60	0,34
Sedimen	20,06	13,89	11,58

Kandungan Pb pada sedimen di stasiun 2 juga lebih besar jika dibandingkan dengan kandungan Pb pada kerang hijau dan air laut, hal ini dikarenakan bahan pencemar yang mengandung logam berat yang masuk ke perairan laut selain akan disebarkan oleh adanya turbulensi dan arus laut, juga akan terakumulasi dan mengendap pada sedimen, sehingga kandungan Pb pada sedimen lebih tinggi dari pada air laut. Sebagaimana yang dijelaskan pada lampiran 1 bahwa masuknya bahan pencemar ke dalam perairan laut akan dipekatkan oleh proses fisik dan kimiawi dengan pengendapan di dasar laut dan sebagian akan diserap melalui proses biologi oleh organisme laut, seperti avertebrata dan zooplankton, sehingga besarnya kandungan Pb pada sedimen akan berpengaruh terhadap besarnya kandungan Pb pada kerang hijau, dimana sifat kerang hijau hidupnya menempel pada substrat lumpur berpasir. Letak stasiun 2 selain dekat dengan aktivitas pelayaran juga dekat dengan muara yang menyebabkan kandungan Pb pada sedimen lebih besar, dimana perairan yang berada di sekitar muara akan menerima masukan bahan pencemar yang cukup tinggi, karena terjadi pertemuan antara arus sungai dengan arus laut sehingga berpotensi memiliki kandungan lumpur yang tinggi dibandingkan dengan perairan yang agak jauh dari muara (Arisandi, 2001).

Kandungan Pb tertinggi pada sedimen di stasiun 2 ditemukan pada pengambilan sampel pertama (15-07-2006) yaitu mencapai 20,06 mg/l, selanjutnya pada pengambilan sampel kedua (08-08-2006) sebesar 13,89 mg/l, dan terendah ditemukan pada pengambilan sampel ketiga (28-08-2006) yaitu 11,58 mg/l. Kandungan Pb pada sedimen di stasiun 2 walaupun cukup tinggi tetapi nilai tersebut belum melampaui ambang batas, dimana berdasarkan *Reseau National d' Observation (RNO) dalam Rochyatun (2003)*, kandungan Pb pada sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10 – 70 mg/l.

Hasil analisa kandungan Pb pada kerang hijau tertinggi ditemukan di stasiun 2 pada pengambilan sampel pertama yaitu sebesar 3,03 mg/l, selanjutnya pengambilan sampel kedua ditemukan kandungan Pb sebesar 2,32 mg/l, dan pengambilan sampel ketiga dengan kandungan Pb yang lebih rendah yaitu 1,99 mg/l. Kandungan Pb yang ditemukan pada kerang hijau di stasiun 2 pada pengambilan sampel pertama dan kedua sudah melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh WHO, sedangkan pada pengambilan sampel ketiga nilai tersebut dapat dikatakan belum melampaui ambang batas, dimana menurut Sianainenia (2001), ambang batas Pb untuk organisme kerang-kerangan yang diperbolehkan oleh WHO yaitu 2 ppm.

Kandungan Pb pada kerang hijau dan sedimen ketika pengambilan sampel pertama dan kedua di stasiun 2 lebih tinggi jika dibandingkan dengan stasiun 1. Hal ini dapat disebabkan karena pada pengambilan sampel pertama dan kedua tepat dilakukan saat musim ikan dan aktivitas pelayaran cukup padat. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa letak stasiun 2 sangat dekat dengan aktivitas pelayaran sehingga banyak menghasilkan bahan pencemar yang dibuang ke laut terutama berasal dari buangan-buangan bahan bakar kapal perikanan dan adanya pewarnaan cat pada kapal-kapal perikanan. Sedangkan pengambilan sampel ketiga kandungan Pb pada kerang

hijau dan sedimen di stasiun 2 lebih rendah jika dibandingkan dengan stasiun 1, hal ini dikarenakan ketika pengambilan sampel tidak dilakukan pada waktu musim ikan dan aktivitas pelayaran kurang begitu padat.

Kandungan Pb dalam air laut tertinggi pada stasiun 2 ditemukan pada pengambilan sampel pertama yaitu sebesar 1,12 mg/l, selanjutnya pengambilan sampel kedua sebesar 0,60 mg/l, dan terendah ditemukan pada pengambilan sampel ketiga yaitu 0,34 mg/l. Kandungan Pb dalam air laut pada stasiun ini telah melampaui ambang batas baku mutu Pb air laut, dimana Fardiaz (1992) menjelaskan bahwa *Public Health Service* di Amerika Serikat menetapkan bahwa sumber-sumber air alami untuk masyarakat tidak boleh mengandung Pb lebih dari 0,05 mg/l (0,05 ppm), sedangkan WHO menetapkan batas Pb di dalam air sebesar 0,1 mg/l. Kandungan Pb pada air laut di stasiun ini dapat dikatakan melampaui ambang batas baku mutu Pb, tetapi kerang hijau masih dapat bertahan hidup, hal ini dikarenakan adanya lendir pada tubuh kerang yang mempunyai senyawa ligan yang dapat menurunkan daya racun. Selain itu, logam Pb yang berbentuk ikatan ionik dan kovalen pada perairan menyebabkan kerang mampu bertahan hidup pada perairan yang tercemar logam berat (Roberts, *et.al.*, 1982 dalam Gunawan, 2000).

Kandungan Pb pada air laut di stasiun 2 cukup tinggi, hal ini dapat disebabkan karena letak stasiun selain dekat dengan aktivitas pelayaran juga dekat dengan muara, dimana pada muara terjadi pertemuan antara arus sungai dengan arus laut. Sebagaimana yang dijelaskan pada lampiran 1 bahwa bahan pencemar yang masuk ke ekosistem laut akan disebarkan oleh adanya arus laut dan turbulensi menyebabkan kandungan Pb pada air laut lebih rendah dari pada kandungan Pb pada sedimen dan kerang hijau.

Kandungan Pb dalam air laut ketika pengambilan sampel pertama dan ketiga di stasiun 2 lebih rendah dari pada stasiun 1, tetapi pada pengambilan sampel kedua

kandungan Pb dalam air laut di stasiun 2 lebih tinggi dari pada stasiun 1, hal ini dikarenakan adanya penyebaran logam berat ke seluruh wilayah perairan laut melalui adukan turbulensi dan arus laut, dimana menurut Gani (1997) dalam Sutanto (2004), adukan turbulensi dan arus laut sangat mempengaruhi pemekatan, pengenceran dan penyebaran logam Pb di perairan laut, adukan turbulensi dan arus laut sanggup memindahkan bahan pencemar dalam hal ini logam berat Pb dari satu tempat ke tempat lainnya sehingga keberadaan logam berat dapat bertambah atau makin berkurang.

4.1.3 Stasiun 3

Stasiun ini terletak \pm 200 m dari stasiun 1 ke arah timur, dekat dengan areal perkebunan tetapi agak jauh dari pemukiman penduduk, aktivitas pelayaran dan muara sungai. Kondisi substrat pada stasiun 3 lebih banyak didominasi substrat berpasir, berbatu dan batu-batuan karang, hal ini dikarenakan letak stasiun yang agak jauh dari muara, sebagaimana penjelasan sebelumnya bahwa perairan yang dekat dengan muara maka kondisi substratnya cenderung lumpur berpasir dan lumpur berbatu.

Walaupun stasiun 3 letaknya agak jauh dari aktivitas pelayaran dan juga muara sungai, tetapi pada stasiun ini juga ditemukan adanya kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen maupun air laut. Adanya kandungan logam berat Pb tersebut dikarenakan bahan pencemar yang masuk ke perairan terbawa oleh arus laut dan adukan turbulensi, sebagaimana dijelaskan pada lampiran 1. Kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang ditemukan pada stasiun 3 selama penelitian dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kandungan Pb Kerang Hijau, Air Laut dan Sedimen (mg/l) di Stasiun 3

Obyek Penelitian	Waktu Pengamatan		
	15-07-2006	08-08-2006	28-08-2006
Kerang Hijau	2,75	1,96	1,41
Air Laut	1,64	0,43	0,26
Sedimen	13,50	11,25	8,31

Kandungan Pb pada sedimen di stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan Pb pada kerang hijau dan air laut, hal ini dikarenakan bahan pencemar yang mengandung logam berat yang masuk ke perairan laut selain akan disebarkan oleh adanya turbulensi dan arus laut, juga akan terakumulasi dan mengendap pada sedimen. Bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan laut akan dipekatkan oleh proses fisik dan kimiawi dengan pengendapan di dasar laut dan sebagian akan diserap melalui proses biologi oleh organisme laut, seperti avertebrata dan zooplankton, sebagaimana yang dijelaskan pada lampiran 1, hal ini menyebabkan kandungan Pb pada sedimen akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya kandungan Pb pada kerang hijau. Kandungan Pb tertinggi pada sedimen di stasiun 3 ditemukan pada pengambilan sampel pertama (15-07-2006) yaitu sebesar 13,50 mg/l, selanjutnya pada pengambilan sampel kedua (08-08-2006) yaitu 11,25 mg/l, dan terendah ditemukan pada pengambilan sampel ketiga (28-08-2006) yaitu 8,31 mg/l. Kandungan Pb pada sedimen di stasiun 3 belum melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh *Reseau National d' Observation* (RNO) dalam Rochyatun (2003), bahwa kandungan logam Pb pada sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 10 – 70 mg/l.

Kandungan Pb pada kerang hijau tertinggi ditemukan pada pengambilan sampel pertama yaitu sebesar 2,75 mg/l, selanjutnya pengambilan sampel kedua yaitu sebesar 1,96 mg/l, dan terendah ditemukan ketika pengambilan sampel ketiga yaitu 1,41 mg/l.

Kandungan Pb yang ditemukan pada kerang hijau di stasiun 3 pada pengambilan sampel pertama telah melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh WHO, sedangkan pada pengambilan sampel ketiga dan kedua belum melampaui ambang batas, dimana menurut Sianainen (2001), ambang batas Pb untuk organisme kerang-kerangan yang diperbolehkan oleh WHO yaitu 2 ppm.

Sedangkan kandungan Pb dalam air laut tertinggi di stasiun 3 ditemukan pada pengambilan sampel pertama yaitu mencapai 1,64 mg/l, selanjutnya pengambilan sampel kedua sebesar 0,43 mg/l, dan terendah ditemukan pada pengambilan sampel ketiga yaitu 0,26 mg/l. Kandungan Pb dalam air laut pada stasiun ini telah melampaui ambang batas baku mutu Pb air laut, dimana menurut Anonymous (2003a), baku mutu Pb air laut untuk biota laut yaitu 0,008 ppm. Sedangkan sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) No.82 Tahun 2001, baku mutu lingkungan untuk Pb adalah sebesar 0,03 ppm.

Pada stasiun 3 dapat dikatakan bahwa perairannya sudah tercemar oleh logam berat Pb. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa adanya lendir pada tubuh kerang yang mempunyai senyawa ligan dapat menurunkan daya racun sehingga kerang hijau masih dapat bertahan hidup pada perairan yang sudah tercemar oleh logam berat. Logam Pb yang berbentuk ikatan ionik dan kovalen pada perairan menyebabkan kerang mampu bertahan hidup pada air laut dengan kandungan logam berat yang sudah melampaui ambang batas (Roberts, *et.al.*, 1982 dalam Gunawan, 2000).

Walaupun letak stasiun 3 agak jauh dari aktivitas pelayaran dan juga muara sungai, tetapi kandungan Pb pada air laut cukup tinggi, hal ini sesuai dengan yang dijelaskan pada lampiran 1 bahwa bahan pencemar yang masuk ke seluruh wilayah perairan laut akan dibawa oleh arus laut dan biota yang beruaya, ditambah lagi menurut

Gani (1997) dalam Sutanto (2004), adukan turbulensi dan arus laut sangat mempengaruhi pemekatan, pengenceran dan penyebaran logam Pb di perairan laut, adukan turbulensi dan arus laut sanggup memindahkan bahan pencemar dalam hal ini logam berat Pb dari satu tempat ke tempat lainnya sehingga keberadaan logam berat dapat bertambah atau makin berkurang. Konsentrasi Pb yang tinggi pada perairan laut dapat disebabkan karena adanya arus bawah pada dasar perairan dan memiliki arah yang berlawanan dengan arus permukaan sehingga terjadi pengangkutan massa lumpur atau endapan yang ada di dasar perairan sehingga logam berat yang ada dalam lumpur tersebut baik yang organik maupun anorganik akan ikut naik dan menyebar secara merata dalam air (Gani, 1997 dalam Sutanto, 2004).

4.2 Kondisi Kualitas Air di Perairan Prigi

4.2.1 Stasiun 1

Hasil pengukuran kualitas air di perairan Prigi selama penelitian pada stasiun 1 dapat dilihat pada tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Hasil pengukuran kualitas air pada stasiun 1

Parameter Kualitas Air	Waktu Pengamatan		
	15-07-2006	08-08-2006	28-08-2006
Suhu (°C)	28	30	28
pH	8	8	8
Salinitas (‰)	32	33	32
Kecepatan Arus (m/s)	0,14	0,13	0,13

Suhu perairan pada stasiun 1 cukup tinggi yaitu berkisar antara 28 – 30 °C. Hal ini sesuai dengan Nontji (2002) yang menyatakan bahwa suhu air di perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28 – 31 °C. Menurut Anonymous (2004a), moluska mampu

bertahan hidup pada kisaran suhu 27 – 38 °C. Dengan demikian maka suhu perairan di stasiun ini dapat dikatakan masih mendukung untuk kelangsungan hidup organisme.

Menurut Anonymous (2006d), perairan Teluk Prigi mempunyai suhu rata-rata 28 °C, dan jika terjadi kenaikan suhu yang tinggi pada saat penelitian, hal ini dapat disebabkan pengukuran suhu dilakukan pada waktu pengambilan sampel jam 14.00, dimana keadaan cuaca sangat panas karena posisi matahari tepat diatas perairan sehingga cahaya matahari yang diserap lebih besar dan permukaan air banyak menerima dan menyerap pancaran energi matahari yang mengakibatkan meningkatnya suhu perairan. Menurut Dahuri (2003), suhu suatu perairan dipengaruhi oleh radiasi matahari, posisi matahari, musim, letak geografis, kondisi awan, serta proses interaksi antara air dan udara.

Suhu akan mempengaruhi ketersediaan logam berat dalam perairan, dimana tingginya suhu dapat menurunkan ketersediaan logam berat yang ada dalam suatu perairan (Malea, 1994 dalam Satwika, 2004). Hal ini berhubungan dengan penyerapan sinar matahari yang masuk ke perairan, dimana semakin banyak intensitas cahaya matahari yang masuk maka ketersediaan logam berat dalam suatu perairan akan berkurang. Pada saat penelitian suhu lebih rendah ketika pengambilan sampel pertama dan ketiga yaitu 28 °C, hal ini menunjukkan bahwa kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut lebih tinggi. Sedangkan pada pengambilan sampel kedua yang suhunya lebih tinggi yaitu mencapai 30 °C, menunjukkan kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut juga lebih rendah.

Derajat keasaman (pH) perairan di stasiun 1 berkisar 8. Pengukuran pH dilakukan bersamaan dengan pengukuran suhu. Kisaran nilai pH ini relatif normal dan stabil, dimana menurut Effendi (2003) sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap

perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Odum (1971) menyatakan bahwa pH merupakan salah satu indikator kualitas perairan yang sangat penting dan mempunyai pengaruh langsung dalam pengaturan sistem enzim pada organisme perairan. Nilai pH perairan pada stasiun ini sangat mendukung bagi kehidupan organisme, hal ini yang menyebabkan kerang hijau mampu bertahan hidup pada kondisi perairan yang tercemar oleh logam berat karena pH berhubungan dengan adanya ikatan ionik dan ikatan kovalen pada logam Pb yang masuk ke perairan.

Salinitas perairan di stasiun 1 berkisar antara 32 – 33 ‰. Hal ini sesuai dengan Nontji (2002) yang menyatakan bahwa salinitas permukaan perairan Indonesia secara umum berkisar antara 32 – 34 ‰. Letak stasiun 1 yang sangat dekat dengan muara menyebabkan kisaran salinitas lebih rendah bila dibandingkan dengan stasiun yang agak jauh dari muara, sehingga adanya masukan air tawar dari aliran sungai yang bermuara di pantai ini akan membawa pengaruh yang signifikan terhadap kandungan garam suatu perairan. Anonymous (2004a) menyatakan bahwa fluktuasi salinitas pada daerah estuari lebih besar dari pada di perairan bebas. Hal ini sangat tergantung dari aliran air tawar yang masuk baik dari sungai maupun dari air hujan. Pasang surut air laut juga menentukan fluktuasi dan besarnya salinitas.

Kenaikan salinitas menyebabkan pH perairan juga naik sehingga kelarutan logam dalam air turun. Aktivitas logam dalam air akan menurun akibat penguapan, dengan adanya penguapan maka salinitas air laut akan meningkat sehingga kepekatan air laut menjadi tinggi. Tingginya kepekatan tersebut akan mempengaruhi ruang gerak logam berat sehingga aktivitas logam berat menurun, dengan demikian ketersediaan logam berat juga menurun (Malea, 1994 dalam Satwika, 2004). Kenaikan salinitas yang terjadi pada pengambilan sampel kedua yaitu 33 ‰, menyebabkan kandungan logam berat Pb

pada kerang hijau, sedimen maupun air laut menjadi lebih rendah. Sedangkan pada pengambilan sampel pertama dan ketiga dengan salinitas yang lebih rendah yaitu 32 ‰, menunjukkan kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen maupun air laut juga lebih besar.

Bahan pencemar khususnya logam berat yang masuk ke perairan laut akan disebarkan oleh adanya turbulensi dan arus laut, sehingga kecepatan arus berkaitan erat dengan pola distribusi atau penyebaran logam berat di perairan. Kecepatan arus di stasiun 1 pada saat penelitian rata-rata berkisar antara 0,13 – 0,14 mg/l. Anonymous (2006d) menjelaskan bahwa kecepatan arus di perairan Prigi tergolong rendah, dengan kisaran rata-rata 0,1 m/s. Stasiun 1 terletak di sekitar muara, dimana pada muara akan terjadi pertemuan antara arus laut dengan arus sungai sehingga perairan yang berada di sekitar muara akan mempunyai kecepatan arus yang tergolong rendah.

Kisaran kecepatan arus yang tergolong rendah menunjukkan bahwa penyebaran zat pencemar yang masuk ke perairan tersebut khususnya logam berat tergolong rendah dan cenderung terakumulasi di sedimen (Anonymous, 2005d). Hal ini terlihat dari lebih rendahnya kandungan logam berat Pb dalam air laut di stasiun 1 jika dibandingkan dengan kandungan Pb pada sedimen. Pada saat penelitian kecepatan arus lebih tinggi ketika pengambilan pertama yaitu 0,14 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kandungan Pb pada air laut ketika pengambilan sampel pertama lebih tinggi, sedangkan pada pengambilan sampel kedua dan ketiga dengan kecepatan arus yang lebih rendah yaitu 0,13 mg/l, menunjukkan kandungan Pb pada air laut mengalami penurunan.

4.2.2 Stasiun 2

Hasil pengukuran kualitas air di perairan Prigi selama penelitian pada stasiun 2 dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Hasil pengukuran kualitas air pada stasiun 2

Parameter Kualitas Air	Waktu Pengamatan		
	15-07-2006	08-08-2006	28-08-2006
Suhu (°C)	29	30	31
pH	8	8	8
Salinitas (‰)	32	33	33
Kecepatan Arus (m/s)	0,13	0,12	0,12

Suhu perairan di stasiun 2 sedikit lebih tinggi dari pada stasiun 1 dengan kisaran antara 29 – 31 °C, dimana menurut Anonymous (2004a), moluska mampu bertahan hidup pada kisaran suhu 27 – 38 °C, sedangkan Darmono (2001) menyatakan bahwa daerah tropik seperti di Indonesia, ikan dan organisme perairan lainnya dapat hidup baik pada suhu optimum 28 – 33 °C.

Seperti yang sudah dijelaskan bahwa suhu sangat mempengaruhi keberadaan logam berat dalam suatu perairan, dimana dengan adanya kenaikan suhu maka ketersediaan logam berat akan menurun karena adanya penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan menyebabkan terjadinya penguapan sehingga kepekatan air laut menjadi lebih tinggi (Malea, 1994 dalam Satwika, 2004). Hal ini terlihat dengan semakin meningkatnya suhu pada stasiun 2 maka ketersediaan logam berat pada air laut semakin berkurang, sehingga kandungan logam berat pada kerang hijau dan sedimen juga semakin rendah. Pada saat suhu rendah ketika pengambilan sampel pertama yaitu 29 °C, kandungan Pb baik pada kerang hijau, sedimen maupun air laut lebih tinggi dibandingkan pengambilan sampel kedua dan ketiga. Sedangkan dengan semakin

meningkatnya suhu pada pengambilan sampel kedua sebesar 30 °C dan 31 °C pada pengambilan sampel ketiga menyebabkan kandungan Pb baik pada kerang hijau, sedimen maupun air laut mengalami penurunan.

Nilai pH pada stasiun 2 berkisar 8, hal ini sesuai dengan Nybakken (1988) yang menyatakan bahwa lingkungan perairan laut mempunyai pH relatif lebih stabil dan berada dalam kisaran yang sempit yaitu berkisar antara 7,5 – 8,4. Menurut Effendi (2003), pH akan mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia, dimana toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah. Hal ini menyebabkan logam berat pada suatu perairan berbentuk ikatan ionik dan ikatan kovalen sehingga kerang hijau dapat bertahan hidup pada kondisi perairan yang tercemar logam berat (Odum, 1971).

Salinitas pada stasiun 2 berkisar antara 32 – 33 ‰. Kisaran ini masih lebih rendah bila dibandingkan dengan perairan yang jauh dari muara, karena letak stasiun 2 yang masih dekat dengan muara. Nilai salinitas pada perairan pesisir sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dan sungai (Effendi, 2003). Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji, 2002). Anonymous (2004a) menyatakan bahwa perbedaan salinitas berkaitan dengan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan dan mengakibatkan adanya penguapan sehingga kepekatan air laut menjadi tinggi dan salinitas air laut akan meningkat.

Menurut Miller (1995), kepekatan garam yang tinggi dapat menurunkan kandungan logam dalam sedimen. Kenaikan salinitas menyebabkan pH juga naik, sehingga kelarutan logam dalam air turun karena kestabilan berubah dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga mengendap membentuk lumpur. Salinitas pada pengambilan sampel pertama

yaitu 32 %, dengan kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengambilan sampel kedua dan ketiga. Pada saat terjadi kenaikan salinitas ketika pengambilan sampel kedua dan ketiga sebesar 33 % menyebabkan terjadinya penurunan kandungan Pb baik pada kerang hijau, sedimen maupun air laut.

Stasiun 2 juga terletak di sekitar muara, dimana pada perairan yang berada di sekitar muara memiliki kecepatan arus yang tergolong rendah. Kecepatan arus pada stasiun 2 kisarannya sedikit lebih rendah daripada stasiun 1, yaitu 0,12 – 0,13 m/s. Kecepatan arus yang rendah menunjukkan bahwa penyebaran zat pencemar yang masuk ke perairan tersebut khususnya logam berat tergolong rendah dan cenderung terakumulasi di sedimen (Arisandi, 2001). Hal ini terlihat pada saat penelitian kecepatan arus lebih tinggi ketika pengambilan pertama yaitu 0,13 mg/l, dan kandungan Pb pada air laut ketika pengambilan sampel pertama juga lebih tinggi, sedangkan pada pengambilan sampel kedua dan ketiga dengan kecepatan arus yang lebih rendah yaitu 0,12 mg/l, menunjukkan bahwa kandungan Pb pada air laut juga lebih rendah.

4.2.3 Stasiun 3

Hasil pengukuran kualitas air di perairan Prigi selama penelitian pada stasiun 3 dapat dilihat pada tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Hasil pengukuran kualitas air pada stasiun 3

Parameter Kualitas Air	Waktu Pengamatan		
	15-07-2006	08-08-2006	28-08-2006
Suhu (°C)	28	29	29
pH	8	8	8
Salinitas (‰)	34	35	35
Kecepatan Arus (m/s)	0,17	0,16	0,16

Suhu perairan di stasiun 3 berkisar antara 28 – 29 °C, nilai tersebut masih mendukung untuk kelangsungan hidup organisme, dimana menurut Darmono (2001), daerah tropik seperti di Indonesia, ikan dan organisme perairan lainnya dapat hidup baik pada suhu optimum 28 – 33 °C.

Suhu akan mempengaruhi ketersediaan logam berat dalam suatu perairan. Suhu pada pengambilan sampel pertama lebih rendah yaitu 28 °C, menunjukkan kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengambilan sampel kedua dan ketiga. Sedangkan pada pengambilan sampel kedua dan ketiga suhu sedikit lebih tinggi yaitu 29 °C, maka kandungan logam berat Pb baik pada kerang hijau, sedimen maupun air laut akan mengalami penurunan. Intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan logam berat dalam suatu perairan karena berpengaruh terhadap kepekatan air laut akibat penguapan (Malea, 1994 *dalam* Satwika, 2004).

Pada stasiun 3 nilai pH perairan berkisar 8, nilai ini masih mendukung untuk kelangsungan hidup organisme perairan, dimana menurut Nybakken (1988), lingkungan laut mempunyai pH relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5 – 8,4. Ditambahkan pula oleh Kep-02/MENKLH/I/1988 dalam Anonymous (2004a) tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota laut (Budidaya Perikanan) pH air laut yang mendukung untuk kelangsungan hidup organisme yaitu 6 – 9. Kisaran nilai pH yang mendukung kehidupan organisme menyebabkan kerang hijau mampu bertahan hidup pada kondisi perairan dengan kandungan logam berat Pb dalam air laut yang sudah melampaui ambang batas karena logam Pb pada perairan berbentuk ikatan ionik dan ikatan kovalen (Odum, 1971).

Kisaran salinitas tertinggi terdapat di stasiun 3, yaitu mencapai 34 – 35 ‰. Letak stasiun 3 yang berada lebih ke arah laut dan agak jauh dari muara sungai menyebabkan tingginya kisaran salinitas dibandingkan dengan 2 stasiun yang lain, dimana menurut Nontji (2002) salinitas akan semakin tinggi ke arah samudera, dan menurut Anonymous (2004a) tinggi rendahnya salinitas suatu perairan laut dapat disebabkan karena pengaruh masukan air tawar dari aliran sungai yang bermuara ke laut. Salinitas merupakan parameter kimia yang sangat penting untuk kehidupan organisme di perairan laut dan payau. Lingkungan asin (bergaram) diperlukan untuk kestabilan ekosistem, seperti halnya banyak spesies yang kurang bersaing dibawah kondisi air tawar. Salinitas air dan salinitas tanah rembesan merupakan faktor penting dalam pertumbuhan, daya tahan dan zonasi spesies mangrove, organisme benthos dan kerang-kerangan yang hidup di perairan laut (Kinae, 1967 dalam Widodo, 2005).

Sebagaimana yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa kenaikan salinitas menyebabkan pH perairan juga naik sehingga kelarutan logam dalam air turun (Malea, 1994 dalam Satwika, 2004). Salinitas pada pengambilan sampel pertama yaitu 34 ‰, dengan kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengambilan sampel kedua dan ketiga. Pada saat terjadi kenaikan salinitas ketika pengambilan sampel kedua dan ketiga sebesar 35 ‰ menyebabkan terjadinya penurunan kandungan Pb baik pada kerang hijau, sedimen maupun air laut.

Kecepatan arus pada stasiun 3 lebih besar dibandingkan dengan stasiun 1 dan stasiun 2, dengan kisaran 0,16 – 0,17 m/s. Sehingga penyebaran logam berat pada stasiun ini sangat besar karena kecepatan arus yang lebih besar. Letak stasiun 3 yang agak jauh dari muara menyebabkan kecepatan arus lebih besar, dimana suatu wilayah perairan yang lebih dekat dengan muara maka kecepatan arus lebih kecil (Anonymous,

2004a). Kecepatan arus berkaitan erat dengan pola distribusi atau penyebaran logam berat di perairan. Pada saat penelitian kecepatan arus lebih tinggi ketika pengambilan pertama yaitu 0,17 mg/l, hal ini menunjukkan bahwa kandungan Pb pada air laut ketika pengambilan sampel pertama juga lebih tinggi, sedangkan pada pengambilan sampel kedua dan ketiga dengan kecepatan arus yang lebih rendah yaitu 0,12 mg/l, menunjukkan bahwa kandungan Pb pada air laut juga lebih rendah.

4.3 Rata-rata Kandungan Pb pada Kerang Hijau, Sedimen dan Air Laut Selama Penelitian di Stasiun 1, Stasiun 2 dan Stasiun 3

Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut selama penelitian berlangsung berbeda-beda pada setiap stasiun. Hal ini dapat dikarenakan letak dan kondisi stasiun yang berbeda-beda berdasarkan masukan bahan pencemar yang masuk ke perairan laut, sehingga menyebabkan adanya perbedaan kandungan bahan pencemar dalam hal ini logam berat dari tiap-tiap stasiun. Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut dari tiap-tiap stasiun dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata kandungan Pb dan kualitas air di perairan Prigi

Stasiun	Kandungan Pb (mg/l)			Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	Kecepatan Arus (m/s)
	KH	S	AL				
I	2,51	12,43	0,75	28,7	8	32,3	0,13
II	2,45	15,18	0,70	30	8	32,7	0,12
III	2,04	11,02	0,78	28,7	8	34,7	0,16

Keterangan : KH : Kerang Hijau
S : Sedimen
AL : Air Laut

Pada tabel 12 dapat dilihat bahwa rata-rata kandungan Pb pada sedimen di stasiun 2 lebih tinggi dari pada stasiun 1 dan stasiun 3 yaitu 15,18 mg/l, hal ini dikarenakan stasiun 2 letaknya dekat dengan muara dan berada di teluk Karang Pegat,

sehingga terjadi pengadukan arus dari sungai dan laut yang menyebabkan bahan pencemar yang mengandung logam berat terbawa oleh arus sungai dan laut sehingga berpotensi memiliki kandungan lumpur yang tinggi dibandingkan dengan perairan yang agak jauh dari muara. Selanjutnya diikuti dengan rata-rata kandungan Pb pada sedimen di stasiun 1 yaitu 12,43 mg/l, dimana stasiun 1 merupakan aliran arus keluar dari teluk Karang Pegat. Sedangkan stasiun 3 rata-rata kandungan Pb pada sedimen lebih rendah yaitu 11,02 mg/l, hal ini disebabkan letak stasiun 3 yang agak jauh dari muara sehingga kandungan lumpurnya lebih rendah karena tidak terjadi pertemuan antara arus laut dengan arus sungai.

Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau tertinggi ditemukan di stasiun 1 yaitu 2,51 mg/l, hal ini dikarenakan letaknya yang dekat dengan muara, serta adanya arus bawah dari muara sungai menyebabkan terjadinya pengadukan arus sungai dan arus laut sehingga bahan pencemar yang mengandung logam berat banyak mengendap di sedimen. Kondisi substrat pada stasiun 1 lebih banyak didominasi substrat lumpur berpasir sehingga endapan lumpurnya lebih banyak yang menyebabkan rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau lebih tinggi, karena sifat kerang hijau yang hidupnya menempel pada substrat lumpur berpasir. Sedangkan stasiun 2 walaupun rata-rata kandungan Pb pada sedimen lebih tinggi dari pada stasiun 1, tetapi rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau di stasiun 2 lebih rendah dari pada stasiun 1 yaitu 2,45 mg/l, hal ini dikarenakan kondisi substrat di stasiun 2 lebih banyak didominasi substrat lumpur berbatu (substrat kasar). Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau di stasiun 3 juga lebih rendah dari pada stasiun 1 dan stasiun 2 yaitu 2,04 mg/l, sebagaimana yang sudah dijelaskan bahwa letak stasiun 3 agak jauh dari muara menyebabkan kandungan lumpurnya lebih rendah karena tidak terpengaruh oleh arus sungai.

Letak stasiun 1 dan stasiun 2 dekat dengan muara, tetapi rata-rata kandungan Pb pada air laut di stasiun 1 dan stasiun 2 lebih rendah dari pada stasiun 3. Rata-rata kandungan Pb dalam air laut di stasiun 3 cukup tinggi yaitu mencapai 0,78 mg/l. Hal ini dikarenakan pada pengambilan sampel pertama (seperti yang dapat dilihat pada tabel 8) kandungan logam berat Pb dalam air laut di stasiun 3 lebih tinggi dari pada stasiun 1 dan stasiun 2. Tingginya kandungan Pb dalam air laut di stasiun 3 ketika pengambilan sampel pertama ini dikarenakan pada waktu pengambilan sampel air laut di stasiun 3 dilakukan menjelang air pasang dan ombak mulai besar sehingga terjadi air yang keruh karena adanya pengadukan dengan sedimen, sedangkan pengambilan sampel air laut pada stasiun 1 dan stasiun 2 ketika pengambilan sampel pertama dilakukan ketika air laut surut. Selain itu, ketika air laut pasang maka air akan keluar masuk teluk Karang Pegat dan ketika air laut surut maka air akan keluar dari teluk Karang Pegat, sehingga pada saat surut air yang keluar terakhir kali terjadi pada stasiun 3 karena letaknya yang tidak berada pada teluk Karang Pegat sedangkan stasiun 1 dan stasiun 2 terletak tepat pada teluk Karang Pegat.

Sebagaimana yang dijelaskan pada lampiran 1 bahwa bahan pencemar yang masuk ke ekosistem laut sebagian akan disebarkan oleh adanya arus laut dan turbulensi, dan sebagian lagi akan dipekatkan oleh proses fisik dan kimiawi serta oleh proses biologi. Pada proses fisik dan kimiawi bahan pencemar yang mengandung logam berat akan mengendap pada sedimen, sehingga rata-rata kandungan Pb pada sedimen akan lebih tinggi dari pada kerang hijau dan air laut. Sedangkan pada proses biologi bahan pencemar akan diserap oleh organisme air, seperti averterata, karena kerang hijau hidup menempel pada substrat sehingga rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau akan lebih besar dari pada air laut.

Arisandi (2001) menyatakan bahwa tingginya konsentrasi logam berat di suatu perairan laut juga dipengaruhi oleh absorpsi logam berat oleh tanaman mangrove, dimana suatu wilayah perairan yang semakin dekat dengan mangrove maka akumulasi logam berat makin berkurang akibat adanya absorpsi logam berat oleh tanaman mangrove. Sehingga rata-rata kandungan logam berat Pb pada kerang hijau, sedimen dan air laut yang cukup tinggi di perairan Prigi dapat dikarenakan tidak adanya tanaman mangrove yang menyebabkan pengaruh absorpsi logam berat atau zat pencemar dalam air laut cukup tinggi sehingga akumulasi logam berat pada sedimen dan kerang hijau juga tinggi. Dijelaskan pula oleh Arisandi (2001) bahwa perbedaan tekstur tanah pada sedimen merupakan salah satu faktor penyebab kandungan logam berat berbeda pada setiap sedimen. Sedimen yang mengandung pasir proses penyerapannya tidak dapat berlangsung secara sempurna dibandingkan partikel liat.

4.4 Hubungan antara Kandungan Pb pada Kerang Hijau dengan Kandungan Pb pada Sedimen dan Air Laut

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana (lampiran 6) kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada air laut diperoleh persamaan sebagai berikut : $Y_{reg} = 0,62 + 1,87x_1$. Sedangkan hasil analisis regresi linier sederhana (lampiran 6) kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada sedimen diperoleh persamaan sebagai berikut : $Y_{reg} = 0,14 + 0,54x_2$.

Dari persamaan di atas dapat diartikan bahwa dengan kenaikan kandungan Pb pada air laut sebesar 0,62 mg/l maka akan diikuti dengan kenaikan Pb pada kerang hijau sebesar 1,87 mg/l (dapat dilihat pada grafik gambar 4), begitu juga dengan kenaikan kandungan Pb pada sedimen sebesar 0,14 mg/l maka akan diikuti dengan kenaikan Pb pada kerang hijau sebesar 0,54 mg/l (dapat dilihat pada grafik gambar 5) (Dajan, 1986).

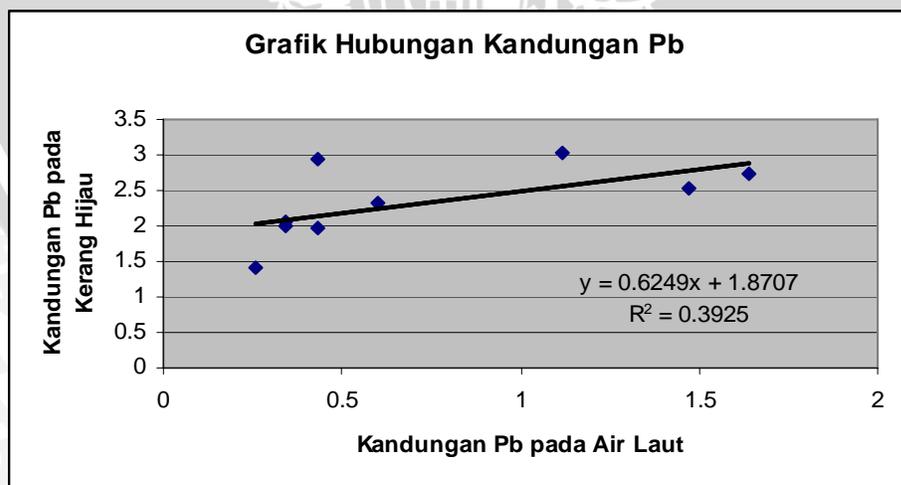
Sedangkan dari grafik hasil analisa kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada air laut, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap kenaikan Pb pada air laut (grafik pada gambar 4) akan diikuti dengan kenaikan Pb pada kerang hijau, dengan kata lain perbandingan kandungan Pb antara air laut dengan kandungan Pb pada kerang hijau adalah berbanding lurus (Dajan, 1986). Bahan pencemar yang masuk ke ekosistem laut akan disebarkan oleh adukan turbulensi dan arus laut, sehingga kerang hijau sebagai organisme yang bersifat *filter feeder* akan menyerap bahan pencemar melalui pemekatan proses biologi, sehingga kandungan Pb pada air laut akan diikuti dengan kandungan Pb pada kerang hijau (seperti yang terlihat pada grafik gambar 4).

Grafik hasil analisa kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada sedimen, dapat ditarik kesimpulan bahwa setiap kenaikan Pb pada sedimen (grafik pada gambar 5) akan diikuti dengan kenaikan Pb pada kerang hijau, dengan kata lain perbandingan kandungan Pb antara sedimen dengan kandungan Pb pada kerang hijau adalah berbanding lurus (Dajan, 1986). Kerang hijau bersifat *filter feeder* dan hidupnya menempel pada substrat sehingga besarnya kandungan Pb pada kerang hijau akan diikuti dengan besarnya kandungan Pb pada sedimen (seperti terlihat pada grafik gambar 5).

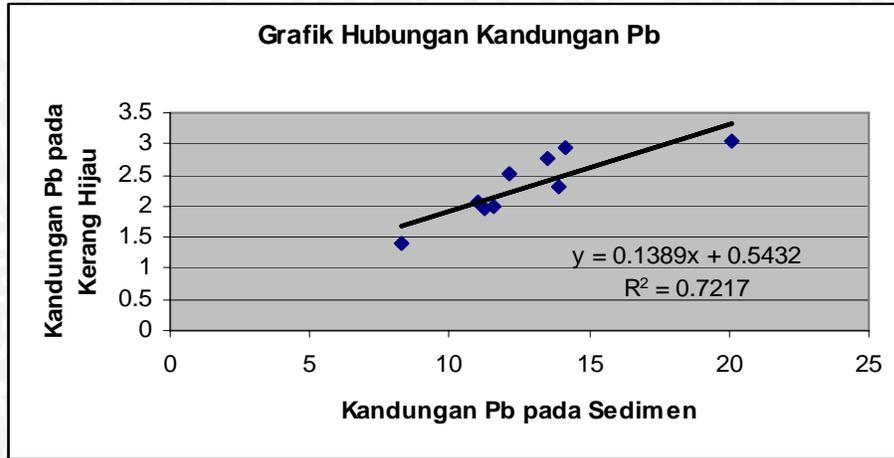
Ward, *et.al.* (1986) dalam Dewi (2005) menyatakan bahwa kadar logam berat dalam sedimen yang terdapat di lokasi dengan jarak yang berbeda dengan sumber pollutan sangat dipengaruhi oleh jumlah kandungan lumpurnya. Menurut Pulich (1980) dalam Kiswara (1994) bahwa kadar logam berat dalam lumpur pada sedimen mempunyai korelasi yang positif, dimana semakin banyak kandungan lumpur dalam sedimen maka semakin tinggi kandungan logam berat yang terdapat pada sedimen tersebut. Hal ini disebabkan karena peran lumpur dalam pengikatan logam berat pada sedimen sangat efektif, yang mana lumpur pada sedimen di daerah muara sungai

mempunyai kemampuan untuk menyerap unsur hara sehingga cenderung bersifat ligan, karena lumpur yang bersifat ligan merupakan suatu senyawa yang mempunyai dua atau lebih pasangan elektron yang bebas yang dapat mengikat elektron-elektron positif dari suatu atom unsur logam (membentuk suatu ikatan kompleks dengan logam berat dalam perairan).

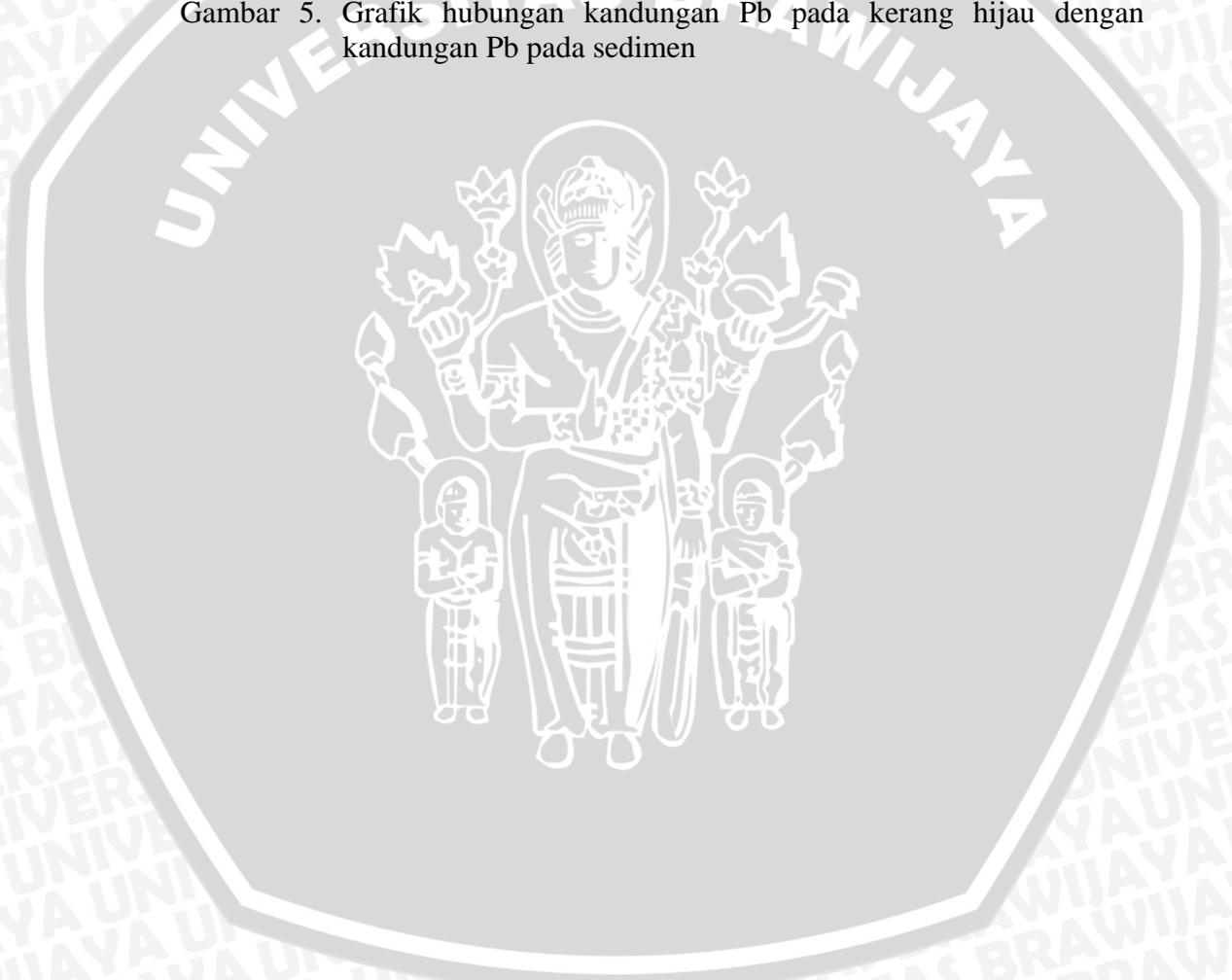
Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit sekali dalam air secara alamiah, yaitu kurang dari 1 ppm. Bila terjadi erosi alamiah, konsentrasi logam tersebut dapat meningkat. Dalam mempelajari konsentrasi dalam lingkungan perairan terlebih dahulu perlu diketahui tujuan dan pengetahuan mengenai spesiasi logam. Sifat atau tingkah laku logam dalam lingkungan perairan sangat tergantung dari karakteristik logam yang bersangkutan atau lazim disebut spesiasi logam. Spesiasi suatu logam akan mempengaruhi hadirnya logam tersebut dalam jaringan biologik (*bioavailability*) dan toksisitasnya terhadap biota, transportasi dan mobilisasi serta interaksi dengan sedimen atau tanah. Ikatan logam berat dalam suatu bentuk senyawa kimiawi di dalam air sangat berbeda-beda dan bergantung pada jenis airnya (Darmono, 2001).



Gambar 4. Grafik hubungan kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada air laut



Gambar 5. Grafik hubungan kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada sedimen



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau tertinggi ditemukan di stasiun 1 yaitu mencapai 2,51 mg/l, selanjutnya diikuti stasiun 2 yaitu 2,45 mg/l, dan terendah ditemukan pada stasiun 3 yaitu 2,04 mg/l. Rata-rata kandungan Pb pada sedimen tertinggi ditemukan di stasiun 2 yaitu 15,18 mg/l, selanjutnya diikuti stasiun 1 yaitu dengan rata-rata 12,43 mg/l, dan terendah ditemukan pada stasiun 3 yaitu 11,02 mg/l. Sedangkan rata-rata kandungan Pb dalam air laut tertinggi ditemukan di stasiun 3 yaitu 0,78 mg/l, selanjutnya diikuti stasiun 1 yaitu 0,75 mg/l, dan terendah pada stasiun 2 yaitu 0,70 mg/l.

Rata-rata kandungan Pb pada kerang hijau dari ketiga stasiun telah melampaui ambang batas, sedangkan rata-rata kandungan Pb pada sedimen dari ketiga stasiun belum melampaui ambang batas, dan untuk rata-rata kandungan Pb pada air laut dari ketiga stasiun dapat dikatakan telah melampaui ambang batas.

Rata-rata suhu perairan tertinggi pada stasiun 2 yaitu 30 °C, selanjutnya diikuti stasiun 1 dan stasiun 3 dengan suhu rata-rata 28,7 °C. Derajat keasaman (pH) perairan dari ketiga stasiun berkisar 8. Sedangkan rata-rata salinitas tertinggi pada stasiun 3 yaitu 34,7 ‰, selanjutnya diikuti rata-rata salinitas pada stasiun 2 yaitu 32,7 ‰, dan rata-rata salinitas terendah pada stasiun 1 yaitu 32,3 ‰. Rata-rata kecepatan arus tertinggi pada stasiun 3 yaitu 0,16 m/s, diikuti stasiun 1 yaitu 0,13 m/s, dan terendah pada stasiun 2 yaitu 0,12 m/s.

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana, kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada sedimen diperoleh persamaan $Y_{reg} = 0,62 + 1,87x_1$, sedangkan kandungan Pb pada kerang hijau dengan kandungan Pb pada air laut diperoleh persamaan $Y_{reg} = 0,14 + 0,54x_2$.

5.2 SARAN

Untuk meminimalisir dampak pencemaran logam berat, khususnya logam berat Pb di wilayah perairan Prigi salah satunya perlu dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), khususnya pada Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Prigi dan industri-industri yang ada di sekitar pesisir pantai Prigi.

Berdasarkan hasil analisa kandungan Pb pada kerang hijau diketahui bahwa pada kerang hijau mempunyai tingkat akumulasi logam berat yang cukup tinggi, sehingga hal ini dapat dijadikan suatu acuan untuk memonitor suatu pencemaran lingkungan dengan menggunakan biondikator jenis kerang-kerangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1981. Hasil Analisis Logam Berat pada Effluen Industri di JABOTABEK. Laporan Pencemaran Logam Berat di JABOTABEK. Kantor Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup RI. Jakarta
- , 1998. Laporan Tahunan Anggaran 1997/1998. Direktorat Jenderal Perikanan Lamongan. Lamongan
- , 1990. Kumpulan SNI Bidang Pekerjaan Umum Mengenai Kualitas Air. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- , 1999. *Perna viridis*. Gulf State Marine Fisheries Commission. [http : //nis.gsmfc.org/nis.factsheet.php](http://nis.gsmfc.org/nis.factsheet.php)
- , 2002a. Asian Green Mussel : *Perna viridis*. National Introduced Marine Pest Information System (NIMPIS). [http : //crimp.marine.csiro.au/nimpis](http://crimp.marine.csiro.au/nimpis)
- , 2002b. Pendugaan Tingkat Akumulasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Ukuran < 5 cm di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. [http : //www.telukjakarta.net](http://www.telukjakarta.net)
- , 2002c. Perencanaan Pengembangan Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi. Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi. Trenggalek
- , 2002d. Pengembangan Sarana dan Prasarana Pelabuhan Perikanan dan Pangkalan Pendaratan Ikan. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Trenggalek. Trenggalek
- , 2003a. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kantor Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup. Jakarta
- , 2003b. Laporan Tahunan 2002 Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Trenggalek. Trenggalek
- , 2004a. Pemantauan Kualitas Lingkungan Hidup di Teluk Buyat. [http : //www.bioline.org](http://www.bioline.org)
- , 2004b. Bahaya Pencemaran Logam Berat. [http : //www.cakrawala.com](http://www.cakrawala.com)
- , 2005a. Sampah Laut. [http : //www.Gatra.com](http://www.Gatra.com)
- , 2005b. Ikan di Sungai Bengawan Solo Tercemar Logam Berat. [http : //www.infolab-online.com](http://www.infolab-online.com)

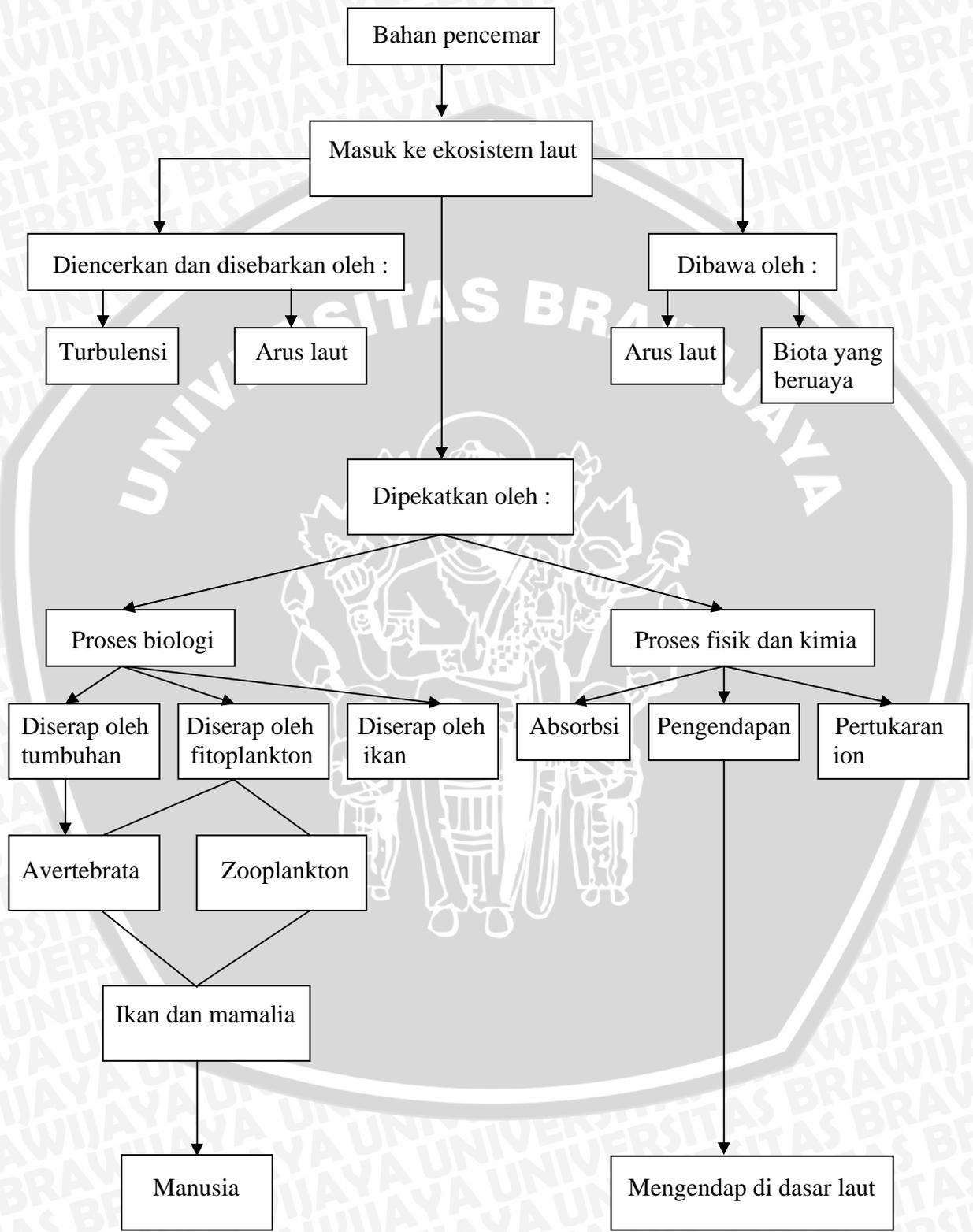
- . 2005c. Laporan Tahunan Perikanan Kabupaten Trenggalek Jawa Timur Tahun 2001. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Trenggalek. Trenggalek
- . 2005d. Gerakan Air Laut. [http : //www.oseanografi.blogspot.com](http://www.oseanografi.blogspot.com)
- . 2005e. Faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Makrozoobenthos di Pesisir. [http : //www.bioline.org](http://www.bioline.org)
- . 2006a. Pemerintahan Kabupaten Trenggalek. [http : //www.trenggalekkab.go.id](http://www.trenggalekkab.go.id)
- . 2006b. Bioremoval, Metode Alternatif Untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat. [http : //www.chem-is-try.org](http://www.chem-is-try.org)
- . 2006c. Kerang Hijau. Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan (PIPP). Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. [http : //www.pipp.dkp.go.id](http://www.pipp.dkp.go.id)
- . 2006d. Laporan Tahunan Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi. Palabuhan Perikanan Nusantara Prigi. Trenggalek
- Arfiati, D. 1992. Survey Pendugaan Kepadatan Fitoplankton Sebagai Produktivitas Primer di Rawa Bureng Desa Sukosari Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Arifin, J. 2004. Studi Konsentrasi Zinc Dalam Tubuh Kerang Hijau (*Perna viridis*) Berdasarkan Ukuran Berat Tubuh dan Salinitas di Pantai Kenjeran dan Muara Sungai Wonokromo Surabaya. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Arisandi, P. 2001. Mangrove Jenis Api-Api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah. [http : //www.terranet.or.id/tulisandetil.php](http://www.terranet.or.id/tulisandetil.php)
- Azwar. 1997. Metodologi Penelitian. Pustaka Pelajar. Yogyakarta
- Bengen, D.G. 2002. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Connell, D. W. and Miller. 1995. Kimia dan Ekotosikologi Pencemaran. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Dajan, A. 1986. Pengantar Metode Statistik Jilid I. Lembaga Penelitian, Pendidikan dan Penetapan Ekonomi dan Sosial. PT. Intercipta Prajasa. Jakarta

- Darmono. 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- . 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Dewi, A. 2005. Studi Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Kupang Putih (*Corbula faba* H) Sebagai Biomonitoring Pencemaran di Muara Sungai Wonokromo Desa Wonorejo Kelurahan Wonorejo Kecamatan Rungkut Kotamadya Surabaya Propinsi Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Gunawan, A. 2000. Studi Tentang Pencemaran Logam Berat Chromium (Cr) Dengan Bioindikator Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) di Perairan Pantai Kenjeran Surabaya. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Hidayat, A. K. 2003. Survey Kadar Logam Berat Pb dan Cd pada Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Pantai Utara Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Hutagalung, H. P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. P3O LIPI. Jakarta
- . 1997. Metodologi Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota. Buku 2. Puslitbang Oceanologi, LIPI. Jakarta
- Kiswara, W. 1994. Perbandingan Kadar Logam Berat (Cd, Pb, Cu, Zn) Dalam Lamun di Perairan Tropis dan Subtropis. P2O LIPI. Jakarta
- Marzuki. 1983. Metodologi Penelitian. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Mulyanto. 1992. Manajemen Perairan. Diktat kuliah. Luw-Unibraw-Fish. Fisheries project. Universitas Brawijaya. Malang
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis, Alih Bahasa : H.M.Eidman. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*, Third Edition. W.B Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto
- Palar, H. 1994. *Pencemaran Air dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta
- Palupiningtyas, E. 2006. *Perbandingan Kandungan Logam Berat Pb pada Lamun Jenis *Cymodocea rotundata* dan *Enhalus acoroides* di Pesisir Desa Banjarwati, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur*. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Rachmandani. 2002. *Diktat Kuliah Avertebrata Air*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Rochyatun, 2003. *Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Zn, Ni, Cr, Mn, Fe Dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Kalimantan Timur*. P2O LIPI. Jakarta
- Romimohtarto, K. 1991. *Pengantar Pencemaran Laut Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Air Tawar, LIPI. Jakarta
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2001. *Biologi Laut, Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Sastrawijaya dan A. Tresna. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Satwika, M. 2004. *Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Dua Jenis Lamun (*Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*) di Rataan Terumbu Pulau Pari Kepulauan Seribu DKI Jakarta*. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Sianainen, L. 2001. *Pencemaran Laut, Dampak dan Penanggulangannya*. Makalah Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana/ S3. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
[http : //www.forek.or.id/detail.php?rubrik=pendidikan&beritaID=2334](http://www.forek.or.id/detail.php?rubrik=pendidikan&beritaID=2334)
- Sudaryanti, S. 1997. *Prosiding Pelatihan: Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai Secara Biologis*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Suhendrayatna. 2001. *Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan*. Disampaikan pada Seminar Bioteknologi Untuk Indonesia Abad 21, 1 – 14 Februari 2001.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001*. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta

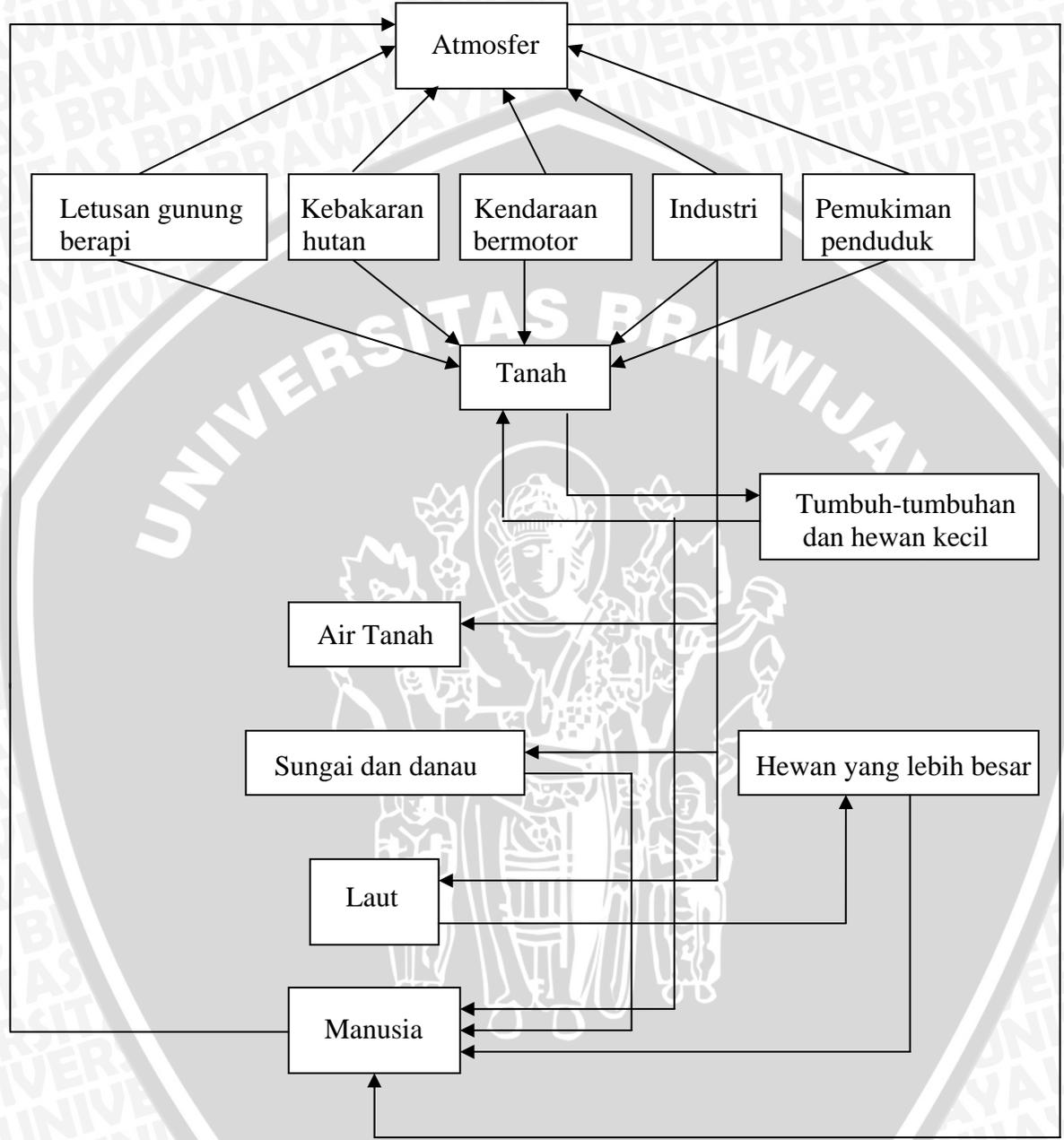
- Supranto, J. 1992. Teknik Sampling. Rineka Cipta. Jakarta
- Supriharyono. 2002. Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suryabrata. 1988. Metodologi Penelitian. Rajawali Press. Jakarta
- Sutanto, H. 2004. Profil Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) dalam Daging Kupang Beras (*Tellina versicolor*). Skripsi. Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam dan Matematika Universitas Negeri Jember. Jember. [http : //www.unej.ac.id](http://www.unej.ac.id)
- Syahril. 2001. Layout Pelabuhan. Lembaga Alifiansi Penelitian dan Industri. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Uktolseja, J. C. B. 1993. Status Perikanan Ikan Pelagis Kecil dan Kemungkinan Pemanfaatannya Sebagai Ikan Umpan Hidup Untuk Perikanan Rawai Tuna di Prigi Jawa Timur. Jurnal Perikanan Laut No.80. Balai Penelitian Perikanan Laut dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta
- Widodo, A. 2005. Studi Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) pada Organisme Kerang Putih (*Corbula faba*) dan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) Sebagai Biomonitoring Pencemaran Lingkungan di Muara Sungai Rejoso, Kabupaten Pasuruan. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan

Lampiran 1. Proses Masuknya Bahan Pencemar ke dalam Ekosistem Laut



Sumber : (Sianainenina, 2001)

Lampiran 2. Jalur Pencemaran Pb pada Lingkungan



Sumber : (Sianainenia, 2001)

Lampiran 3.

**PERATURAN PEMERINTAH NOMOR 82 TAHUN 2001 TENTANG
PENGELOLAAN KUALITAS AIR DAN PENGENDALIAN
PENCEMARAN LINGKUNGAN**

PARAMETER	SATUAN	KELAS			
		I	II	III	IV
FISIKA					
Temperatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5
Residu Terlarut	mg/L	1000	1000	1000	2000
Residu Tersuspensi	mg/L	50	50	400	400
KIMIA					
ANORGANIK					
pH	mg/L	6 – 9	6 – 9	6 – 9	5 – 9
BOD	mg/L	2	3	6	12
BOD	mg/L	10	25	50	100
COD	mg/L	6	4	3	0
DO	mg/L	0,2	0,2	1	5
Total fosfat sebagai P	mg/L	10	10	20	20
NO ₃ sebagai N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)
NH ₃ -N	mg/L	0,05	1	1	1
Arsen	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2
Kobalt	mg/L	1	(-)	(-)	(-)
Barium	mg/L	1	1	1	1
Boron	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05
Selenium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01
Kadmium	mg/L	0,05	0,05	0,05	1
Khrom (VI)	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2
Tembaga	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)
Besi	mg/L	0,03	0,03	0,03	1
Timbal					

Keterangan :

Kelas I : Air yang dapat digunakan untuk air minum

Kelas II : Air yang dapat digunakan untuk sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pertanian

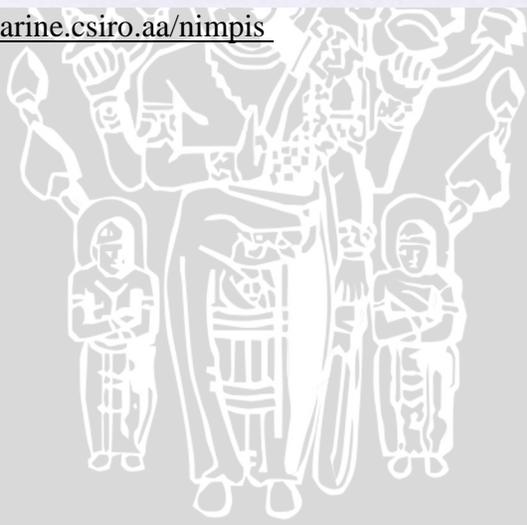
Kelas III : Air yang dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, pertanian

Kelas IV : Air yang dapat digunakan untuk pertanian

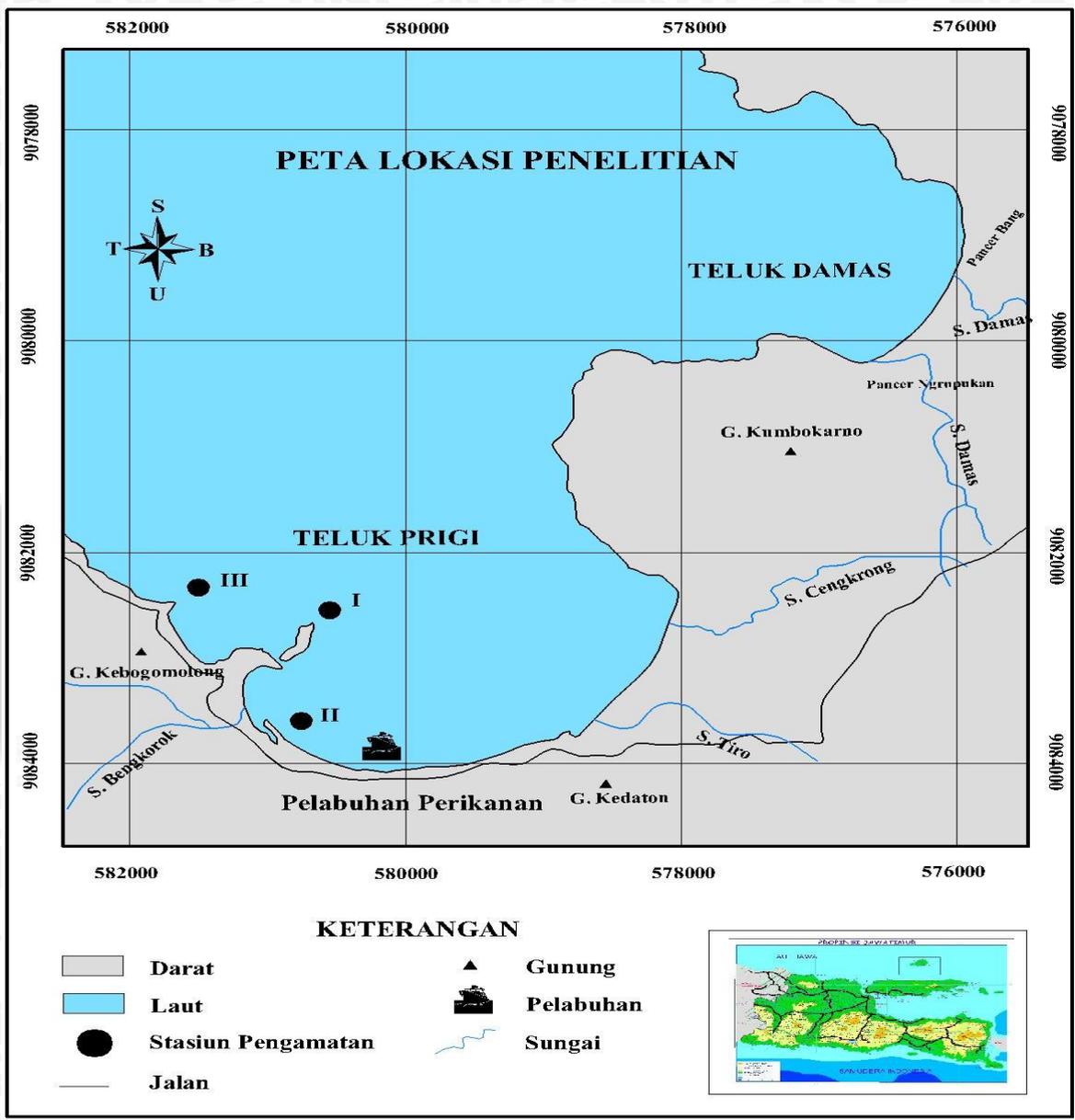
Lampiran 4. Gambar Morfologi Kerang Hijau (*Perna viridis* L)



Sumber : <http://crimp.marine.csiro.au/nimpis>



Lampiran 5. Peta Lokasi Penelitian di Teluk Prigi



Lampiran 6. Analisa Hubungan Kandungan Pb pada Kerang Hijau dengan Kandungan Pb pada Sedimen dan Air Laut

- Analisa hubungan kandungan Pb pada kerang hijau dengan Pb pada air laut :

Statistik regresi	
Multiple R	0.626486
R Square	0.392485
Adjusted R Square	0.305697
Standard Deviasi	0.440745
Pengamatan	9

	df	JK	KT	Fhit	P
Regressi	1	0.878495	0.878495	4.522349	0.071028
Galat	7	1.359794	0.194256		
Total	8	2.238289			

Predictor	Koefisien	SE koefisien	T _{hit}	P
Kerang Hijau	1.870741	0.261628	7.150384	0.000185
Sedimen	0.624937	0.293869	2.126582	0.071028

Persamaan Regresi Linier Sederhana yaitu : $Y_{reg} = 0,62 + 1,87x_1$

- Analisa hubungan kandungan Pb pada kerang hijau dengan Pb pada sedimen :

Statistik regresi	
Multiple R	0.849536
R Square	0.721712
Adjusted R Square	0.681956
Standard Deviasi	0.298302
Pengamatan	9

	df	JK	KT	Fhit	P
Regressi	1	1.615399	1.615399	18.15377	0.003743
Galat	7	0.622889	0.088984		
Total	8	2.238289			

Predictor	Koefisien	SE koefisien	T _{hit}	P
Kerang Hijau	0.543162	0.431255	1.259492	0.248221
Air Laut	0.138871	0.032593	4.260725	0.003743

Persamaan Regresi Linier Sederhana yaitu : $Y_{reg} = 0,14 + 0,54x_2$

