

**ANALISIS KONSENTRASI LOGAM BERAT MERKURI (Hg) PADA INSANG,
LAMBUNG DAN OTOT KERANG HIJAU (*Perna viridis* L.) DI
PERAIRAN NGEMBOH, BANYU URIP DAN KENJERAN**

SKRIPSI

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

**Oleh :
HERU NUHRIYANA
NIM. 125080100111038**



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

**ANALISIS KONSENTRASI LOGAM BERAT MERKURI (Hg) PADA INSANG,
LAMBUNG DAN OTOT KERANG HIJAU (*Perna viridis* L.) DI
PERAIRAN NGEMBOH, BANYU URIP DAN KENJERAN**

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

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
HERU NUHRIYANA
NIM. 125080100111038**



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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KONSENTRASI LOGAM BERAT MERKURI (Hg) PADA INSANG,
LAMBUNG DAN OTOT KERANG HIJAU (*Perna viridis* L.) DI
PERAIRAN NGEMBOH, BANYU URIP DAN KENJERAN

Oleh :
HERU NUHRIYANA
NIM. 125080100111038

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 20 Juli 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

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

10 3 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D)
NIP. 19610523 198703 2 003
Tanggal:

10 3 AUG 2016

Dosen Penguji II

(Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc)
NIP. 19790331 200501 1 003
Tanggal:

10 3 AUG 2016

Dosen Pembimbing II

(Dr. Yuni Kilawati, S.Pi, M.Si)
NIP. 19730702 200502 2 004
Tanggal:

10 3 AUG 2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya
Perairan

(Dr. Ir. Arning Wuljeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal:

Pernyataan Orisinalitas Skripsi

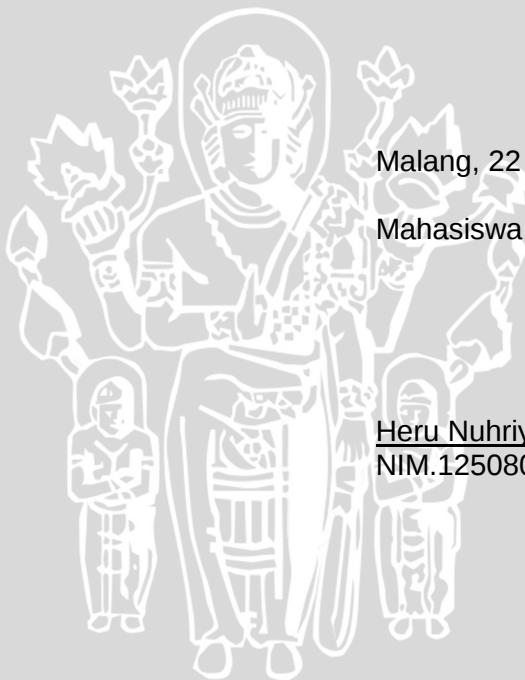
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam laporan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Mei 2016

Mahasiswa

Heru Nuhriyana
NIM.125080100111038



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan kelancaran dan kemudahan. Memberi nikmat iman dan islam, jalan keluar dan menguatkan hati penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Orang tua terkasih Ibu Siti Kusniah dan Bapak Aan Jaelani, serta keluarga besar yang selalu mendo'akan dan memberi dukungan dalam segala hal.
3. Ibu Prof. Ir. Yenny, DEA, Ph. D dan Ibu Dr. Yuni Kilawati., S.Pi, M.Si sebagai dosen pembimbing atas keikhlasannya meluangkan waktu, tenaga dan pemikirannya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis hingga laporan skripsi ini terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si dan Bapak Andi Kurniawan., S.Pi, M.Eng., D.Sc sebagai dosen penguji atas keikhlasannya meluangkan waktu, tenaga dan pemikirannya untuk arahan dan motivasi kepada penulis hingga laporan skripsi ini terselesaikan dengan baik.
5. Sahabat pergerakan SMA 3 Cirebon (Priyanto dan Yuda)
6. *Perna viridis team* (Miftah, Anis, Dewi, Linda, Adin dan Candriko) atas semua do'a, dukungan, dan kekompakannya selama ini.
7. Keluarga Kontrakan Al-Bahri (Ayub, Izzudin, Khalid, Santo, Slamet, Sanudi, Andika) atas kehangatan dalam persahabatan, serta yang selalu menerima penulis dengan penuh kesabaran.
8. Sahabat karir Mas Cahyo, Mas Budi, dan Rifki atas kerja keras nya dalam segala usaha nya

9. Keluarga Liqo 2012 Mas Walid, Mas Zamroni, Johando, Zamroni, Erik, Agus, Aji, Idham, Slamet, Ade, Sanudi, Aris, Escza, Jefri dan Dimas atas ke ikhlasan dalam menuntut ilmu bersama-sama.
10. Keluarga ARMY 2012 atas kebersamaan dan ikhtiarnya dalam menuntut ilmu, kemudian sebagai keluarga yang selalu memberi semangat dan motivasi kepada penulis.
11. Keluarga besar HUMANERA atas bantuan dan bimbinganya.
12. Teman-teman EM UB, BEM FPIK, IMKC dan IAAS LC-UB
13. Keluarga KAKAP FPIK UB atas dukungan dan doa nya

Malang, 22 Mei 2016

Penulis



RINGKASAN

HERU NUHRIYANA. Skripsi tentang Analisis Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngemboh, Banyu urip dan Kenjeran. Di bawah bimbingan **Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D** dan **Dr. Yuni Kilawati., S.Pi, M.Si**

Kawasan pesisir merupakan wilayah yang seringkali terkena dampak aktivitas manusia dalam pemanfaatannya, yang menimbulkan masuknya bahan pencemar berbahaya ke perairan pantai. Salah satu jenis limbah yang mencemari perairan pantai adalah limbah yang mengandung merkuri (Hg). kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Akumulasi logam berat Hg yang melampaui ambang batas dapat mengganggu kehidupan biota seperti kerang hijau (*Perna viridis* L.). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.). Mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat Hg antara insang, lambung dan otot. Mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot antar lokasi penelitian.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survei yang dilakukan dengan mengambil sampel di tiga lokasi penelitian yaitu perairan Kenjeran Surabaya, Ngemboh dan Banyu Urip Gresik. Sampel yang diambil adalah kerang hijau (*Perna viridis* L.), air dan sedimen untuk di analisis konsentrasi logam berat Hg menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Analisis data dengan uji Anova dan dilakukan uji lanjut BNT menggunakan software SPSS Ver.16. Data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitas air yang meliputi parameter fisika yang terdiri dari suhu dan salinitas dan parameter kimia yang terdiri dari suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut dan total bahan organik.

Hasil pengukuran konsentrasi rata-rata logam berat Hg pada air laut di perairan Ngemboh sebesar $0,011 \pm 0,033$ ppm, Banyu Urip sebesar $0,009 \pm 0,001$ ppm dan Kenjeran sebesar $0,015 \pm 0,002$ ppm. Pada sedimen di perairan Ngemboh sebesar $0,973 \pm 0,126$ ppm, Banyu Urip sebesar $0,704 \pm 0,126$ ppm dan Kenjeran sebesar $1,579 \pm 0,284$ ppm. Pada insang di perairan Ngemboh sebesar $0,185 \pm 0,03$ ppm, Banyu Urip sebesar $0,146 \pm 0,029$ ppm dan Kenjeran sebesar $0,279 \pm 0,03$ ppm. Pada lambung di perairan Ngemboh sebesar $0,136 \pm 0,02$ ppm, Banyu Urip sebesar $0,204 \pm 0,04$ ppm dan Kenjeran sebesar $0,223 \pm 0,029$ ppm. Pada otot di perairan Ngemboh $0,102 \pm 0,029$ ppm, Banyu urip sebesar $0,06 \pm 0,02$ ppm dan Kenjeran $0,134 \pm 0,019$ ppm. Berdasarkan hasil uji Anova dan BNT diperoleh bahwa terdapat perbedaan nyata konsentrasi logam berat Hg antara insang, lambung dan otot. Konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot berbeda nyata di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran.

KATA PENGANTAR

Puji syukur bagi Allah SWT atas limpahan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul “**Analisis Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) Di Perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran**” dengan baik. Laporan skripsi ini disusun ini disusun sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dari Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini banyak kekurangan, karena keterbatasan penulis. Oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan laporan skripsi ini. Harapan penulis laporan skripsi ini dapat bermanfaat dalam memberikan informasi dan pengetahuan baru tentang metallothionein.

Malang, 22 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Kegunaan.....	5
1.5 Waktu dan Tempat	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.).....	6
2.1.1 Sistem Pernafasan Kerang Hijau.....	8
2.1.2 Sistem Pencernaan Kerang Hijau	8
2.1.3 Transfer Logam Berat Hg ke Otot Kerang Hijau.....	9
2.2 Logam Berat	10
2.3 Pencemaran Logam Berat.....	11
2.3.1 Logam Berat dalam Perairan.....	11
2.3.2 Logam Berat dalam Sedimen	12
2.3.3 Logam Berat dalam Kerang Hijau	13
2.4 Metode <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS)	14
2.5 Penelitian Terdahulu	14
2.6 Parameter Lingkungan yang Mempengaruhi Akumulasi Logam Berat Hg pada Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.).....	16
2.6.1 Suhu.....	17
2.6.2 Salinitas.....	18
2.6.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	18
2.6.4 Derajat Keasaman (pH)	18
2.6.5 <i>Total Organic Matter</i> (TOM).....	19

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	21
3.3.1 Data Primer	21
3.3.2 Data Sekunder	22
3.4 Penentuan Lokasi Penelitian	22
3.5 Pengambilan Sampel	23
3.5.1 Air.....	23
3.5.2 Sedimen	23
3.5.3 Kerang Hijau.....	24
3.6 Analisa Sampel	24
3.6.1 Analisa Logam Berat Hg pada Air.....	24
3.6.2 Analisa Logam Berat Hg pada Sedimen	26
3.6.3 Analisa Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot	27
3.7 Prosedur Kerja Pengukuran Parameter.....	29
3.7.1 Suhu.....	29
3.7.2 Salinitas.....	29
3.7.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	30
3.7.4 Derajat Keasaman (pH)	30
3.7.5 <i>Total Organic Matter</i>	30
3.8 Analisa Data.....	32

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	34
4.2 Parameter Logam Berat Merkuri (Hg).....	37
4.2.1 Konsentrasi Logam Berat Hg pada Air.....	37
4.2.2 Konsentrasi Logam Berat Hg pada Sedimen	40
4.2.3 Konsentrasi Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.).....	42
4.2.4 Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg Pada Insang,Lambung dan Otot Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.)	45
4.2.5 Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.) antar Lokasi Penelitian	47
4.3 Kondisi Lingkungan Perairan.....	52
4.3.1 Suhu.....	53
4.3.2 Salinitas.....	54
4.3.3 <i>Dissolved Oxygen</i> (DO)	55
4.3.4 Derajat Keasaman (Ph)	55
4.3.5 <i>Total Organic Matter</i> (TOM).....	56

5. KESIMPULAN DAN SARAN

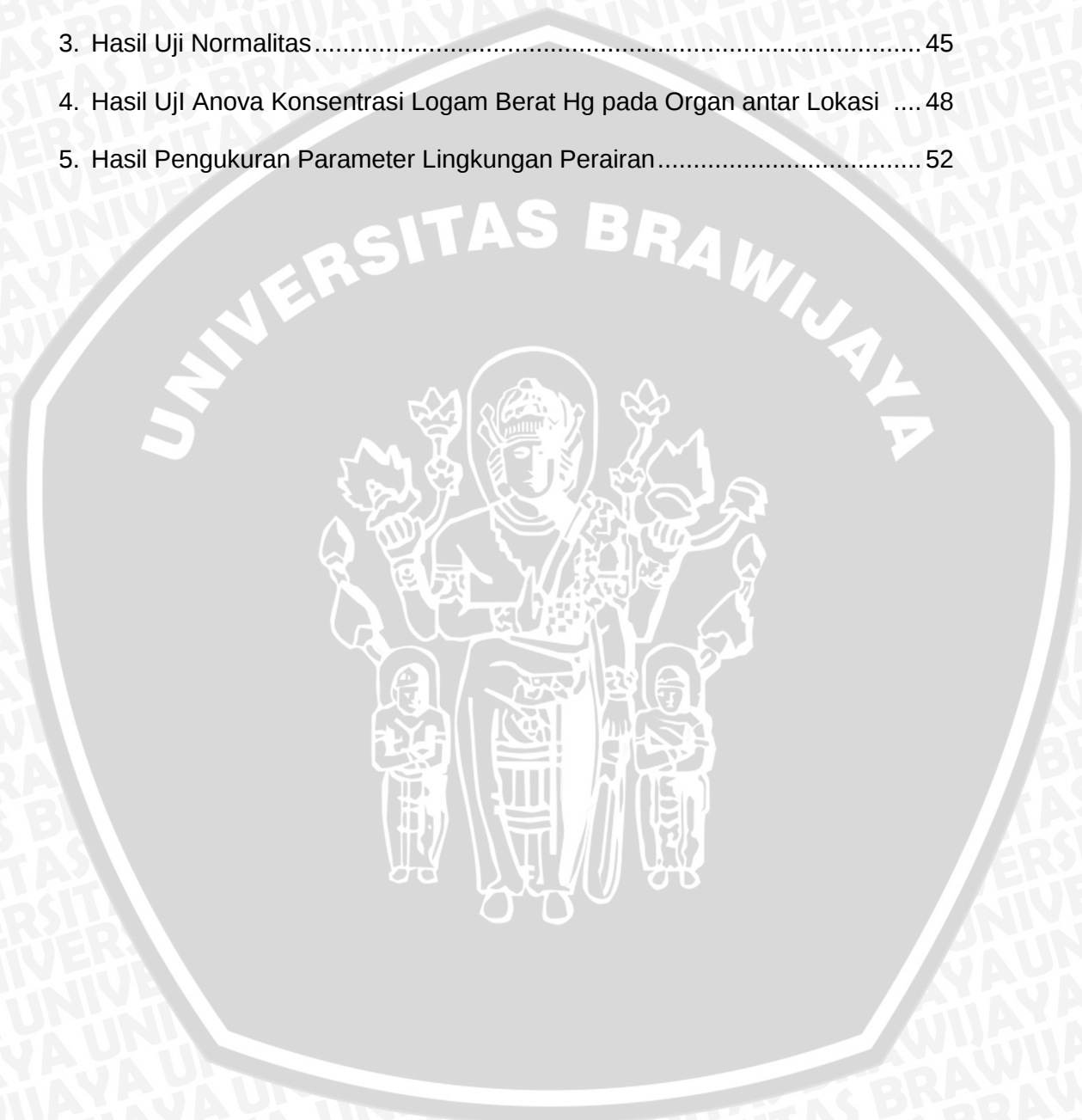
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA.....	58
---------------------	----

LAMPIRAN.....	67
---------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat Hg pada Kerang	15
2. Data Primer	22
3. Hasil Uji Normalitas	45
4. Hasil Uji Anova Konsentrasi Logam Berat Hg pada Organ antar Lokasi	48
5. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan Perairan	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alur Perumusan Masalh Penelitian.....	4
2. Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.).....	7
3. Rute Absorpsi, Distribusi dan Ekskresi Toksikan dalam Tubuh	9
4. Lokasi Pengambilan Sampel di Perairan Ngemboh.....	35
5. Lokasi Pengambilan Sampel di Perairan Banyu Urip.....	36
6. Lokasi Pengambilan Sampel di Perairan Kenjeran.....	37
7. Konsentrasi Rata-rata Logam Berat Hg di Air.....	38
8. Konsentrasi Rata-rata Logam Berat Hg di Sedimen	40
9. Konsentrasi Rata-rata Logam Berat Hg pada Kerang Hijau.....	42
10. Perbedaan Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot.....	46
11. Perbedaan Logam Berat Hg pada Insang Antar Lokasi	48
12. Perbedaan Logam Berat Hg pada Lambung Antar Lokasi	49
13. Perbedaan Logam Berat Hg pada Insang Antar Lokasi	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian	67
2. Lokasi Penelitian di Perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran	69
3. Hasil Pengukuran Logam Berat Hg pada Air (ppm)	70
4. Hasil Pengukuran Logam Berat Hg pada Sedimen (ppm)	71
5. Hasil Pengukuran Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.)(ppm)	71
6. Baku Mutu Logam Berat Hg pada Sedimen (ppm)	71
7. Baku Mutu Logam Berat Hg pada Air (ppm)	72
8. Hasil Uji Normalitas Insang, Lambung dan Otot	74
9. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat pada Insang, Lambung dan Otot	75
10. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Insang Antar Lokasi Penelitian	75
11. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Lambung Antar Lokasi Penelitian	76
12. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Otot Antar Lokasi Penelitian	77
13. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Hg pada Air	78
14. Hasil uji Perbedaan Konsentrasi Logam Hg pada Sedimen	78
15. Dokumentasi Penelitian	79

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan kawasan pesisir seringkali menghasilkan limbah bahan pencemar yang masuk ke perairan pantai. Semakin bertambahnya aktivitas manusia di berbagai sektor kehidupan mengakibatkan tekanan lingkungan terhadap perairan semakin meningkat karena masuknya limbah dari berbagai kegiatan di kawasan yang telah terbangun di wilayah pesisir tersebut, sehingga suatu saat dapat melampaui keseimbangan air laut yang mengakibatkan sistem perairan menjadi tercemar (Amriani dan Hadiarto, 2011).

Perairan Ngemboh dan Banyu Urip terletak di Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Kedua perairan ini memiliki potensi perikanan tangkap dan tambak. Kondisi disekitar kedua perairan tersebut terdapat pemukiman warga dan industri galangan kapal, selain itu di perairan tersebut terdapat muara sungai Bengawan Solo. Keadaan tersebut diduga berpotensi mencemari kedua perairan tersebut melalui buangan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga dan industri yang berada di sekitar perairan maupun limbah yang terbawa melalui aliran sungai Bengawan Solo.

Perairan Kenjeran terletak di Kecamatan Bulak, Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Perairan ini berfungsi sebagai tempat rekreasi laut (wisata) dan perikanan, juga merupakan muara bagi saluran air penduduk dan sungai wonokromo. Melihat kondisi tersebut, maka perairan Kenjeran secara langsung maupun tidak langsung akan menerima dampak dari aktivitas-aktivitas tersebut, dan dapat mempengaruhi kualitas perairannya.

Salah satu jenis limbah yang mencemari perairan pantai adalah limbah yang mengandung merkuri (Hg). Menurut Palar (1994) salah satu limbah yang

berbahaya adalah limbah logam berat merkuri (Hg). Logam berat yang masuk ke dalam perairan dapat mengendap di dasar perairan dan mempunyai waktu tinggal (*residence time*) sampai ribuan tahun (Darmono, 2001). Logam berat merkuri (Hg) bersifat non-essensial bagi proses metabolisme dan dapat terakumulasi karena tidak mudah terdegradasi dalam tubuh hewan maupun manusia (Zakiyah dan Mulyanto, 1998). Limbah merkuri dihasilkan dari berbagai kegiatan industri, seperti peralatan-peralatan listrik (*electroplating*), baterai, bahan kimia, penambangan emas, dan sebagainya (Darmono, 2001).

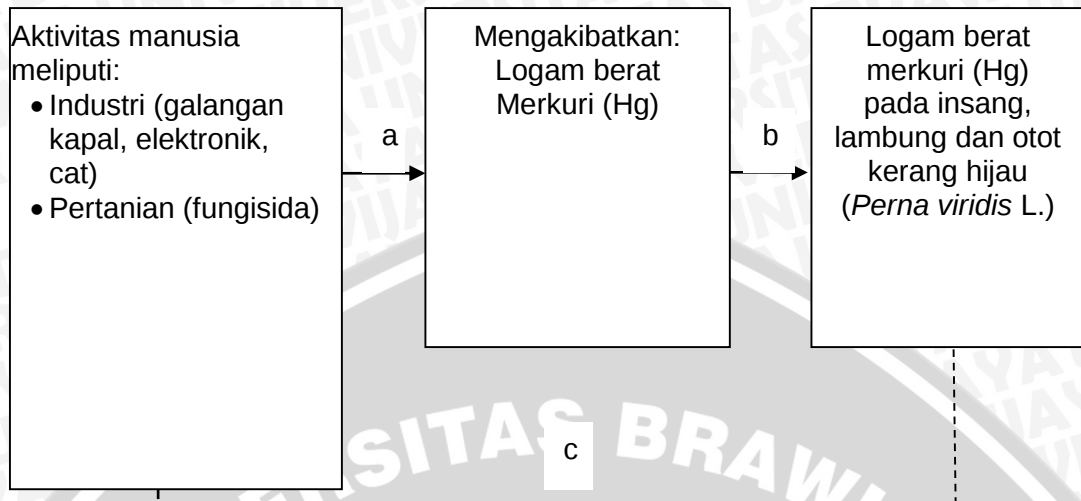
Pencemaran logam berat sangat berbahaya karena sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi oleh biota yang berada di sekitarnya (Wardhana, 2004). Hal tersebut akan memberikan ancaman yang serius terhadap terganggunya keseimbangan ekosistem perairan dan kehidupan biota perairan. Menurut Palar (2012), semua logam berat dapat bersifat toksik yang akan meracuni tubuh makhluk hidup contohnya crustacea, bivalvia, ikan dan tumbuhan mangrove. Salah satu logam berat yang diduga mencemari bivalvia adalah merkuri. Menurut Rahayu (2014) bivalvia yang mudah terkontaminasi oleh bahan pencemar adalah kerang hijau, karena kerang hijau merupakan salah satu organisme air yang hidup menetap dan memiliki sifat *filter feeder* serta mampu berkembang biak pada tekanan ekologis yang tinggi. Kemampuan yang dimiliki kerang hijau tersebut membuat kerang hijau menjadi hewan favorit untuk dijadikan sebagai bioindikator pencemaran dan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut (Vasanthi *et al.*, 2012).

Kontaminasi logam berat pada lingkungan berdampak terhadap kondisi biologis suatu organisme, sehingga akan lebih mudah dievaluasi melalui organisme yang hidup menetap dan dianalisis pada tingkat sel, jaringan dan organ (Donnie *et al.*, 2007 dalam Vasanthi *et al.*, 2012). Merkuri mempunyai afinitas terhadap lipid dalam tubuh organisme sehingga merkuri cenderung lebih

terakumulasi (Suseno *et al.*, 2010). Logam berat yang terakumulasi pada jaringan lunak dari kerang laut dapat menjadi ukuran keberadaan logam berat yang berasal dari sumber pencemar (Rainbow *et al.*, 2004 *dalam* Vasanthi *et al.*, 2012).

Logam berat dalam air dapat diserap oleh kerang secara langsung melalui air yang melewati membran insang maupun melalui makanan. Menurut Prakash, *et al.* (1994) *dalam* Fernanda (2012), kemampuan saluran pencernaan untuk menghimpun konsentrasi tinggi dari logam, karena adanya mucus yang berperan dalam penyimpanan logam dan detoksifikasi. Merkuri dapat cepat terabsorpsi dari air melalui insang dan masuk ke dalam plasma darah, selanjutnya diikat oleh sel darah merah dan kemudian terdistribusi ke seluruh jaringan (Suseno *et al.*, 2010). Menurut penelitian Prakash, *et al.* (1994) *dalam* Fernanda (2012), organ otot terakumulasi logam berat dari pembuluh darah yang dilalui oleh plasma darah yang mengandung timbal. Menurut penelitian Vasanthi, *et al.* (2012) otot kerang hijau yang tercemar logam berat menunjukkan degenerasi dan kerusakan jaringan ikat, kemudian jaringan otot berhenti berkembang, akibatnya, dapat menurunkan kemampuan kerang dalam membuka maupun menutup cangkangnya. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang bersifat memantau dan mengevaluasi tingkat pencemaran logam berat Hg di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran dengan memanfaatkan kerang hijau sebagai (*Perna viridis* L.) sebagai bioindikator melalui analisis konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot.

1.2 Rumusan Masalah



Gambar 1. Alur Perumusan Masalah Penelitian

Keterangan:

- Aktivitas manusia di sekitar perairan pantai Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran seperti aktivitas pertanian (fungisida), industri (galangan kapal, elektronik, cat) akan menghasilkan limbah, sehingga jika dibuang ke perairan dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat Hg serta mempengaruhi perubahan faktor fisika dan kimia air.
- Perubahan kualitas air dan konsentrasi logam berat Hg di perairan akan terakumulasi pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.).
- Konsentrasi logam berat Hg pada insang lambung dan otot dapat dijadikan biomarker pencemaran logam berat Hg yang nantinya dapat dijadikan acuan dalam mengendalikan aktivitas manusia di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran..

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui rata-rata konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran.
2. Mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat Hg antara insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.).
3. Mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) antar lokasi (perairan Ngemboh, Banyu Urip Kenjeran).

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot kerang hijau di Perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran:

1. Bagi mahasiswa untuk menambah referensi dan mengembangkan suatu ide penelitian kerang dalam menyerap logam berat.
2. Bagi masyarakat sebagai informasi tentang indikator pencemaran pada lingkungan di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Ngemboh, Banyu Urip Kabupaten Gresik dan Kenjeran Kota Surabaya bulan Februari–April 2016. Analisis konsentrasi logam berat Hg dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang dan Analisis Kualitas Air dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerang Hijau (*Perna viridis* L.)

Kerang hijau merupakan kerang yang termasuk golongan binatang lunak (*Mollusca*), bercangkang dua (*Bivalvia*), memiliki insang yang berlapis-lapis (*Lamellibranchia*) dan berkaki kapak (*Pelecypeda*) (Setyobudiandi, 2000). Habitat kerang hijau umumnya terdapat pada perairan yang dekat muara sungai. Kerang hijau hidup menempel pada benda lain (substrat) berupa, kayu, bambu, karang, tali dan lainnya dengan bantuan *byssus* (serabut penempel). Kerang hijau dapat hidup baik pada perairan dengan kisaran kedalaman antara 1-7 meter (Hutagalung, 2001).

Menurut Clark (1986), kerang hijau merupakan binatang *ovipora*, artinya telur dan sperma yang dikeluarkan oleh kerang betina dan jantan melakukan kontak pada kolom air laut. Seekor kerang hijau yang telah dewasa dapat menghasilkan telur kurang lebih 1,2 juta ekor. Sel telur yang telah dibuahi akan berkembang dan akhirnya menetas menjadi larva. Larva kerang hijau bersifat planktonik, melayang di air dan terbawa arus lebih kurang selama dua minggu. Pada akhir stadia larva, mereka akan mengalami perubahan cara hidupnya dari planktonik menjadi sessil (tinggal diam, menempel). Pada saat itu bila mereka tidak mendapatkan substrat maka mereka akan segera mati. Kecepatan tumbuh kerang hijau berkisar antara 0,7–1,0 cm per bulan. Setelah berumur 6-7 bulan, kerang hijau sudah dapat di penen (Yonvitner dan Sukimin, 2004).

Kerang hijau merupakan kelompok *filter feeder* yang memperoleh makan dengan menyaring makananya berupa fitoplankton, zooplankton, dan detritus. Makanan diambil dengan menggerak *cilia* yang terdapat pada *epithelium* (lapisan kulit mantel), sehingga air yang mengandung makanan terbawa masuk ke dalam

rongga mantel dan akan terbawa ke insang dan dicerna pada lambung. Berdasarkan karakteristik tersebut, kerang hijau dapat dijadikan sebagai bioindikator terhadap pencemaran lingkungan. Menurut Roberts (1976) dalam Apriadi (2005), bahwa kelas bivalvia telah digunakan oleh ahli ekologi dalam menganalisis pencemaran air. Hal ini karena sifatnya yang menetap dan cara makan pada umumnya *filter feeder*, sehingga mempunyai kemampuan mengakumulasi bahan-bahan polutan seperti logam berat.

Menurut Vakily (1989) dalam Mulyawan (2005), klasifikasi dari kerang hijau sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Sub Class	: Lamellibranchiata
Ordo	: Anisomyria
Family	: Mytilinae
Genus	: Perna
Species	: <i>Perna viridis</i> L.



Gambar 2. Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) (Dokumentasi Pribadi).

2.1.1 Sistem Pernafasan Kerang Hijau

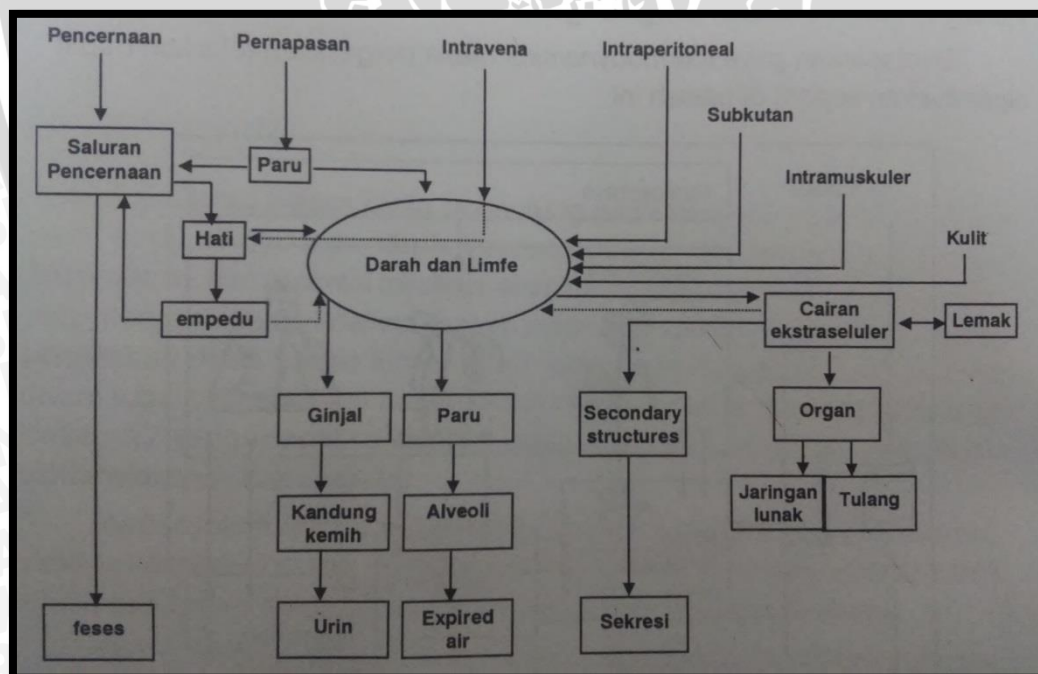
Kerang hijau melakukan sistem pernafasan menggunakan organ insang. Sistematis masuknya air untuk pengambilan oksigen pada umumnya yaitu air masuk melalui *siphon* inhalen kemudian masuk melewati insang dan dikeluarkan melalui *siphon* ekshalen (Nurjanah, 2005). Ketika air memasuki insang, maka insang akan bekerja dengan mengambil oksigen terlarut yang terkandung pada air tersebut selain itu juga insang digunakan untuk mengeluarkan karbondioksida dari kerang hijau. Oksigen yang dihasilkan dari insang kemudian mengalir ke jantung yang sudah bercampur dengan darah. Jantung kemudian memompa darah yang kaya akan oksigen masuk ke dalam kapiler. Dari kapiler oksigen merembes ke dalam seluruh jaringan (Fallu, 1991 dalam Sumetriani, 2009).

2.1.2 Sistem Pencernaan Kerang Hijau

Sistem pencernaan kerang hijau terdiri dari mulut yang di apit oleh dua pasang bibir, kemudian diikuti oleh *oesophagus*, lambung, usus, rektum dan diakhiri oleh anus atau dubur yang terletak dibelakang (Aslam, 2012). Pencernaan makanan kerang hijau dimulai melalui penyaring makanan berupa insang yang demikian halus dan tidak bergigi, maka dapatlah diartikan bahwa kerang hijau menyukai makanan yang lembut. Setelah disaring oleh insang kemudian makanan mengalir melalui celah-celah tepian insang, menerobos bibir dan masuk ke dalam rongga mulut, *oesophagus* dan terus ke lambung. Pada lambung makanan tadi dicerna oleh enzim. Sisa-sisa makanan yang tidak dapat dicerna keluar dari lambung, kemudian masuk ke dalam usus, rectum dan akhirnya ampas atau tinja keluar melalui dubur (Fitriati, 2004).

2.1.3 Transfer Logam Berat Hg ke Otot Kerang Hijau

Kerang hijau merupakan organisme *filter feeder* yang mampu menyerap logam berat ke dalam tubuhnya. Merkuri (Hg) terakumulasi pada hampir semua organ vital, yaitu hati, otak, limpa, otot serta ginjal (Mukono, 2010). Logam berat yang terabsorpsi oleh kerang hijau melalui pernafasan maupun pencernaan akan masuk kedalam sirkulasi darah dan kemudian terdistribusi ke seluruh organ maupun jaringan lunak. Kadar toksikan yang terkandung dalam darah tergantung pada cairan plasma, cairan interstitial dan cairan intraseluler (Mukono, 2010). Distribusi penyerapan logam berat oleh biota air maksimum ditemukan pada ginjal, insang dan otot (LaGrega, 2001 dalam Hidayah *et al.*, 2014). Penelitian lain menunjukkan hasil bahwa otot dan mantel pada *Perna viridis* L. dan *Anadara indica* memiliki konsentrasi merkuri (Hg) lebih rendah dari organ lain seperti insang, hal ini dikarenakan pada insang lebih banyak terdapat protein metalotionin yang bersifat mengikat merkuri (Hg) (Budiawan, 2013).



Gambar 3. Rute Absorpsi, Distribusi dan Ekskresi Toksikan dalam Tubuh (Casarett dan Doull's, 1986 dalam Mukono, 2010)

2.2 Logam Berat

Logam adalah unsur alam yang dapat diperoleh dari laut, erosi batuan tambang, vulkanisme dan lain sebagainya (Clark, 1986). Dalam sistem skala periodik, dari 106 unsur terdapat 94 unsur logam. Logam digolongkan ke dalam dua golongan yaitu logam ringan dan logam berat. Menurut Darmono (1995), logam yang mempunyai berat jenis lebih dari 5 gram atau lebih untuk setiap cm^3 atau setara dengan lima kali berat air disebut logam berat. Menurut Palar (2012), karakteristik logam berat adalah sebagai berikut : memiliki nomor atom 22-34 dan 40-50 dan memiliki respon biokimia (spesifik) pada organisme hidup.

Berbeda dari logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Logam berat pada dasarnya sangat diperlukan dalam proses kehidupan manusia. Misalnya dalam proses metabolisme untuk pertumbuhan dan perkembangan sel-sel tubuh. Konsentrasi logam berat yang dibutuhkan tubuh dalam proses metabolisme relatif sangat sedikit, namun dalam konsentrasi yang sangat tinggi dapat menjadi racun (Abel, 1989).

2.2.1 Logam Berat Merkuri (Hg)

Logam merkuri (Hg) merupakan elemen alami yang sering mencemari lingkungan. Merkuri (Hg) secara alami tersedia di alam sebagai hasil proses vulkanik kerak bumi (El-Moselhy, 2006). Merkuri (Hg) terdapat di lingkungan sebagai senyawa anorganik dan organik (Lu, 1995). Logam ini biasanya disebut air raksa, biasanya bersenyawa dengan sulfid membentuk HgS , kebanyakan merkuri (Hg) yang terdapat di alam dalam bentuk senyawa dengan elemen lain dan jarang dijumpai dalam bentuk elemen terpisah (Moriber, 1974).

Sifat-sifat kimia dan fisika merkuri (Hg) membuat logam tersebut banyak digunakan untuk keperluan kimia dan industri. Beberapa sifat tersebut diantaranya adalah :

1. Merkuri (Hg) merupakan logam yang berwujud cair pada suhu kamar (25°C) dan mempunyai titik beku -39°C .
2. Mempunyai volatilitas yang tertinggi dari semua logam.
3. Ketahanan listrik sangat rendah sehingga merupakan konduktor terbaik dibanding semua logam lain.
4. Merkuri (Hg) bersifat racun terhadap semua makhluk hidup.

Karena sifat fisika-kimianya, saat ini Hg banyak digunakan dalam kegiatan industri pembuatan cat, perhiasan dan instrumentasi. Logam berat Hg juga digunakan untuk fungisida, bakterisida dan lain-lain guna membasmi hama pada tanaman. Hg juga digunakan pada industri cat, industri kertas, industri plastik PVC. Penggunaan merkuri (Hg) di dalam industri sering mengakibatkan pencemaran lingkungan, baik melalui air limbah maupun melalui sistem ventilasi udara. Merkuri (Hg) yang terbuang ke sungai, pantai atau badan air di sekitar lingkungan industri tersebut dapat mengkontaminasi organisme air.

2.3 Pencemaran Logam Berat

2.3.1 Logam Berat dalam Perairan

Menurut Fergusson (1990), logam berat di perairan terdapat secara alami dan kegiatan antropogenik. Secara alami, logam berat berasal dari atmosfer seperti emisi vulkanik dan *run-off* dari daratan. Proses pelapukan secara kimiawi dan geokimiawi melepaskan berbagai unsur, salah satunya logam, yang ada di kerak bumi ke dalam perairan. Lain halnya dari kegiatan antropogenik, logam berat dihasilkan dari pertambangan, pertanian, pelayaran, dan industri yang menggunakan materi logam berat. Dalam kondisi normal, beberapa macam logam baik logam ringan maupun logam berat jumlahnya sangat sedikit dalam air. Logam berat dalam air jarang berbentuk atom melainkan terikat dengan senyawa lain sehingga berbentuk molekul (Darmono, 1995).

Logam-logam berat yang terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutnya keadaan tersebut tentu saja dapat menghancurkan tatanan ekosistem perairan (Palar, 1994). Menurut Rochyatun dan Rozak (2007), faktor lingkungan perairan seperti pH, kesadahan, temperatur dan salinitas dapat mempengaruhi daya racun logam berat di perairan.

2.3.2 Logam Berat dalam Sedimen

Sedimen pada dasarnya merupakan hasil dari pelapukan batuan baik secara kimiawi maupun fisika. Perairan pesisir didominasi oleh substrat lunak berupa lumpur yang berasal dari sedimen yang terbawa arus sungai hingga ke perairan pesisir. Komposisi sedimen mempengaruhi kadar logam berat dalam sedimen. Menurut Rochyatun, *et al.* (2005) sedimen berbentuk lumpur memiliki kadar logam berat yang cukup tinggi dibandingkan pasir. Hal ini karena lumpur memiliki pori-pori cukup kecil sehingga daya absorpsi cukup besar dibandingkan pasir yang memiliki pori-pori yang cukup besar sehinggadaya absorpsi relatif kecil.

Logam berat yang dilimpahkan ke perairan akan dipindahkan dari badan airnya melalui paling tidak tiga proses, yaitu pengendapan, absorpsi dan adsorpsi oleh organisme-organisme perairan (Bryan, 1976). Apabila konsentrasi logam berat lebih besar dari daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada dalam air, seperti karbonat, hidroksil atau klorida, maka logam tersebut akan diendapkan (Lindquist *et al.*, 1984 dalam Sunuko *et al.*, 1994). Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen, maka kadar logam

berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Harahap, 1991). Kadar logam berat dalam sedimen lebih besar daripada air. Hal ini karena adanya proses pengendapan sehingga logam berat dapat terakumulasi dalam sedimen (Tarigan *et al.*, 2003). Fergusson (1990) menyatakan bahwa konsentrasi logam berat di sedimen tergantung dari lokasi dan kedalaman. Kadar logam berat dalam sedimen muara lebih tinggi dibandingkan ke tengah laut. Logam berat yang semula terlarut dalam air sungai diadsorpsi oleh partikel halus dan oleh aliran sungai dibawa ke muara. Di muara, arus air sungai bertemu dengan arus pasang sehingga partikel halus akan mengendap di muara sungai (Rochyatun *et al.*, 2005).

Pada umumnya logam berat pada sedimen tidak terlalu membahayakan bagi makhluk hidup perairan. Kondisi perairan yang bersifat dinamis seperti perubahan pH akan menyebabkan logam yang mengendap dalam sedimen terionisasi ke perairan. Hal inilah yang merupakan bahan pencemar dan akan memberikan sifat toksik terhadap organisme hidup bila ada dalam jumlah yang berlebih (Connel dan Gregory, 1995). Rachmansyah (1997) menyatakan bahwa dengan pertimbangan nilai baku mutu air laut yang diinginkan untuk berbagai peruntukan, maka kadar logam berat dalam sedimen dapat menjadi sumber terdistribusinya logam berat ke perairan dan akan memicu proses bioakumulasi logam berat dalam organisme akuatik.

2.3.3 Logam Berat dalam Kerang Hijau

Merkuri (Hg) merupakan racun sistemik yang dapat terakumulasi dalam hati, ginjal, otot, limpa dan lain sebagainya. Unsur-unsur logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme laut dengan tiga macam cara, yaitu melalui makanan, insang dan difusi melalui permukaan kulit (Hutagalung, 1984). Sedangkan pengeluaran logam berat dari tubuh organisme laut melalui dua cara yaitu ekskresi

melalui permukaan tubuh dan insang serta melalui isi perut dan urine (Bryan, 1976).

Akumulasi biologis dapat terjadi melalui absorpsi langsung logam berat yang terdapat dalam air, oleh karena itu organisme yang hidup di dalam perairan yang tercemar oleh logam berat, jaringan tubuhnya akan mengandung logam berat pula (Sanusi *et al.*, 1984). Pengambilan logam berat oleh organisme air ditentukan air oleh bentuk logam berat tersebut di dalam air. Senyawa logam berat organik lebih mudah terabsorpsi oleh organisme dibandingkan logam berat anorganik karena logam berat organik memiliki kecenderungan untuk membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh organisme.

Merkuri (Hg) merupakan salah satu dari jenis logam berat yang pada konsentrasi tertentu merupakan polutan berbahaya bagi organisme (Wild, 1995 dalam Badjoeri *et al.*, 2010). Toksisitas merkuri (Hg) terhadap hewan air terutama disebabkan oleh terjadinya perubahan komponen Hg-anorganik menjadi Hg-organik (Metilmerkuri) yang bersifat racun oleh aktivitas jasad renik dalam air (Sanusi *et al.*, 1984). Kadar metilmerkuri dalam tubuh ikan dan kerang bisa mencapai 90% (Bryan, 1976).

2.4 Metode Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS)

Atomic Absorption Spectrophotometry adalah suatu metode analisis untuk penentuan konsentrasi suatu unsur-unsur logam dan metaloid yang berdasarkan penyerapan energi radiasi oleh atom (Rohman, 2007). Proses penyerapan energi terjadi pada panjang gelombang yang spesifik dan karakteristik untuk tiap unsur. Intensitas radiasi yang diserap sebanding dengan jumlah atom dalam contoh sehingga dengan mengukur intensitas radiasi yang diserap (absorbansi) atau mengukur intensitas radiasi yang diteruskan (transmitasi), maka konsentrasi unsur di dalam cuplikan dapat ditentukan (Amir dan Dahlan, 2000).

Atomic Absorption Spectrophotometer adalah alat yang digunakan dalam metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Prinsip kerja alat tersebut berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995).

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai konsentrasi logam berat Hg pada beberapa kerang yang pernah dilakukan di wilayah perairan yang ada di Indonesia menunjukkan hasil bahwa kerang memiliki konsentrasi logam berat yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran logam berat. Hasil penelitian mengenai akumulasi logam berat pada kerang memiliki hasil yang berbeda-beda tergantung dari lokasi dan kondisi perairan yang ada. Berikut penelitian terdahulu mengenai logam berat pada kerang yang ada di beberapa wilayah perairan Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu Mengenai Logam Berat Hg pada Kerang

No.	Sumber	Organisme	Lokasi	Hasil Penelitian
1	Trilaksana, <i>et al.</i> (1998)	Kupang Merah (<i>Musculita senhausia</i>)	Tandes, Surabaya dan Sedayu, Gresik	Konsentrasi logam Hg di Tandes Surabaya 0,5709 ppm dan di Sedayu Gresik 0,3833 ppm.
2	Murtini dan Peranginangin (2006)	Kerang Kepah (<i>Meritrix meritrix</i>)	Muara Sungai Barito, Pantai Banjarmasin	Konsentrasi logam Hg pada Kerang Kepah (<i>Meritrix meritrix</i>) di perairan Banjarmasin yaitu 1,91 ppb
3	Cordova, <i>et al.</i> (2011)	Kerang Hijau (<i>Perna viridis</i> L.)	Muara Sungai Angke dan Perairan Muara Angke	Konsentrasi logam berat Hg pada Kerang Hijau di Muara Angke yaitu 35,47 µg/g bk (umur 1-2 bulan), 205,73 µg/g bk (umur 3-4 bulan), 209,82 µg/g bk (umur 5-6 bulan), 138,2 µg/g bk (umur 7 bulan).
4	Fauziah, <i>et al.</i> (2012)	Kerang Darah (<i>Anadara granosa</i>)	Muara Sungai Ketingan, Sidoarjo	Kerang darah berukuran besar memiliki konsentrasi logam berat Hg berkisar antara 0,037-0,047 mg/kg, kerang darah berukuran sedang berkisar antara 0,032-0,041 mg/kg dan kerang darah berukuran kecil berkisar antara 0,030-0,036 mg/kg

2.6 Parameter Lingkungan yang Mempengaruhi Akumulasi Logam Berat Hg pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.)

2.6.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu air laut di suatu perairan dipengaruhi oleh faktor geografis dan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke laut (Simanjuntak, 2012). Selain itu, suhu air laut juga dipengaruhi oleh faktor

musim, lintang dan waktu dalam hari. Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen (Effendi, 2003).

Suhu air terutama di lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intensitasnya berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari. Menurut Wardhana (2004), suhu perairan mempengaruhi proses akumulasi logam berat yang masuk ke perairan. Semakin tinggi suhu perairan maka kelarutan logam berat akan semakin tinggi pula. Menurut Hutagalung (2001), suhu berkorelasi positif dengan toksisitas logam berat, dimana peningkatan suhu akan menyebabkan toksisitas dari suatu logam berat meningkat.

2.6.2 Salinitas

Menurut Nybakken (1998), salinitas merupakan jumlah konsentrasi garam atau ion-ion yang terlarut dalam air dan dinyatakan dalam ppt atau promil. Salinitas berhubungan dengan perbedaan tekanan lingkungan sehingga organisme berada pada kondisi yang seimbang dengan tempat hidupnya. Perubahan salinitas mengakibatkan tekanan terhadap organisme kerang dan dapat mengakibatkan kematian. Perubahan salinitas terjadi karena adanya pasang surut, aliran air dari daratan, penguapan air bersalinitas maupun adanya air hujan (Nybakken, 1998).

Salinitas dapat mempengaruhi keberadaan konsentrasi logam berat yang ada di perairan. Besar kecilnya nilai konsentrasi logam berat disebabkan oleh salinitas. Salinitas yang tinggi maka konsentrasi logam berat di perairan akan semakin kecil, sementara ketika salinitas tersebut menurun maka akan menyebabkan peningkatan konsentrasi logam berat, daya toksik dan tingkat akumulasi logam berat semakin besar (Erlangga, 2007).

2.6.3 Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen (DO) adalah jumlah oksigen terlarut di dalam perairan. Sumber utama oksigen terlarut ini berasal dari difusi udara maupun hasil fotosintesis organisme yang memiliki klorofil yang hidup di perairan. Konsentrasi oksigen terlarut dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Konsentrasi ini bersifat fluktuatif secara harian dan musiman tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah yang masuk perairan (Effendi, 2003).

Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut dan indikator kesuburan perairan. Oksigen terlarut di laut dimanfaatkan organisme perairan untuk respirasi dan pengurai zat-zat organik oleh mikroorganisme. Menurut Warlina (2004), apabila oksigen terlarut di perairan rendah dapat menyebabkan biota air mengalami kekurangan oksigen dan dapat menyebabkan kematian bagi biota tersebut.

Pengaruh oksigen terlarut terhadap logam berat yaitu berbanding terbalik dimana semakin rendah kadar oksigen terlarut, semakin tinggi toksisitas logam berat, begitu juga sebaliknya. Keberadaan logam berat dalam tubuh organisme akan mengganggu sintesis hemoglobin (Hb), sehingga proses pengikatan oksigen terganggu. Sintesis hemoglobin (Hb) yang terhambat maka kemampuan untuk mengikat oksigen juga semakin kecil (Yulaipi *et al.*, 2013).

2.6.4 Derajat Keasaman (pH)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Nilai pH didefinisikan sebagai negatif logaritma dari konsentrasi ion hidrogen. Air dapat dikatakan asam atau basa tergantung dari nilai pH air atau konsentrasi ion hidrogen yang terkandung dalam air tersebut. Air dengan pH lebih kecil dari pH normal (1-7) akan

bersifat asam, sedangkan pH lebih besar dari pH normal (7-14) akan bersifat basa (Wardhana, 2004).

Derajat keasaman (pH) sangat mempengaruhi konsentrasi logam berat. Logam berat yang terkandung dalam air jika pH semakin asam maka kelarutannya semakin besar, sebaliknya jika pH semakin basa maka kelarutannya semakin kecil yang ditandai dengan adanya pengendapan (Tangio, 2013). Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan karena nilai tersebut dapat mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Nilai toksisitas logam berat dapat ditunjukkan dengan peningkatan pada pH rendah dan berkurang seiring dengan meningkatnya pH. Sebagian besar biota akuatik seperti kerang sensitif terhadap perubahan pH, kisaran pH yang baik untuk biota akuatik adalah pada 7– 8,5 (Effendi, 2003).

2.6.5 Total Organic Matter (TOM)

Total Organic Matter (TOM) merupakan parameter kualitas air yang menggambarkan konsentrasi bahan organik total dalam suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi dan koloid (Hamsiah, 2000). Tingginya bahan organik yang terdapat dalam TOM dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan menjadi rendah. Hal ini dikarenakan tingginya presentase bahan organik menunjukkan terjadinya proses oksidasi yang dalam reaksinya menggunakan sejumlah besar oksigen dan menghasilkan nitrogen ammonia, sehingga mengurangi kadar oksigen terlarut di dalam perairan (Susana, 2009).

Penentuan konsumsi oksigen untuk mengoksiasi bahan organik menggunakan potasium permanganat (KmnO_4). Menurut Effendie (2003), kalium permanganate (KMnO_4) telah lama dipakai sebagai oksidator pada penentuan konsumsi oksigen untuk mengoksidasi bahan organik yang dikenal sebagai konsentrasi bahan organik total atau TOM (*Total Organic Matter*). Penentuan nilai

oksigen yang dikonsumsi dengan metode permanganate selalu memberikan hasil yang lebih kecil daripada nilai BOD. Kondisi ini menunjukkan bahwa permanganate tidak cukup mampu mengoksidasi bahan organik secara sempurna (Effendi, 2003).

Konsentrasi TOM pada perairan dapat mempengaruhi logam berat merkuri. Bahan organik yang tinggi di perairan dapat meningkatkan keberadaan bakteri *Sulfate Reducting Bacteria* (SRB), bakteri tersebut dapat merubah Hg^{2+} menjadi metil merkuri (CH_3Hg^+) (Suseno, 2011). Metil merkuri merupakan bentuk merkuri yang banyak terkandung pada organisme akuatik. Kebanyakan merkuri dalam tubuh organisme akuatik berbentuk metil merkuri, hal ini karena sebagai hasil dari proses bioakumulasi dan biomagnifikasi metil merkuri pada rantai makanan akuatik (Suseno dan Panggabean, 2007).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah konsentrasi logam berat Hg pada air, sedimen, insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) serta parameter kualitas air meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH) dan *total organic matter* (TOM).

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Metode survei yaitu penyelidikan yang dilakukan untuk memperoleh fakta-fakta dan gejala-gejala yang ada serta mencari keterangan secara aktual (Nazir, 2003). Menurut Notoatmojo (2010), penelitian survei tidak dilakukan intervensi atau perlakuan terhadap variabel, tetapi sekedar mengamati terhadap fenomena alam atau sosial, atau mencari hubungan fenomena tersebut dengan variabel-variabel yang lain. Pengambilan data pada metode ini tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi meliputi analisis dan pembahasan tentang data tersebut. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya; diamati dan dicatat untuk pertama kalinya (Marzuki, 1989). Pengumpulan data primer dapat dilakukan dengan cara survei dan percobaan. Pengambilan data primer

dalam penelitian ini dilakukan dengan tiga kali ulangan untuk setiap parameter di masing-masing stasiun pengamatan. Berikut adalah data primer yang diambil dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data primer

No	Data	Metode	Lokasi	Satuan
1	Logam Berat Hg	Spektrofotometer	Exsitu	ppm
2	Suhu	Ekstraksi	Insitu	°C
3	pH	Ekstraksi	Insitu	-
4	Salinitas	Ekstraksi	Insitu	ppt
5	DO	Ekstraksi	Insitu	mg/l
6	TOM	Titiasi	Exsitu	mg/l

3.3.2 Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulanya oleh peneliti misalnya dari biro statistic, majalah, keterangan-keterangan atau publikasi lainya (Kartono, 1976). Jadi data sekunder berasal dari tangan kedua, ketiga dan seterusnya, artinya melewati satu atau lebih pihak yang bukan peneliti sendiri dan berfungsi untuk mendukung data primer. Pengambilan data sekunder dalam kegiatan penelitian ini diperoleh dari studi pustaka berupa jurnal-jurnal penelitian, majalah, *text book*, *internet* dan lain-lain yang dapat menunjang ketersediaan data untuk penelitian ini.

3.4. Penentuan Lokasi Penelitian

Sebelum dilakukan penentuan lokasi pengamatan, terlebih dahulu dilakukan survei untuk mengetahui keadaan lokasi penelitian. Penentuan lokasi dalam penelitian ini dilakukan secara langsung dari hasil peninjauan pada lapang dengan metode pengambilan sampel *purposive sampling* yaitu menentukan titik pengambilan sampel dengan melihat berdasarkan karakteristik lokasinya. Metode *purposive sampling* yaitu penentuan lokasi berdasarkan atas adanya tujuan

tertentu dan sesuai dengan pertimbangan peneliti sendiri sehingga mewakili populasi (Arikunto, 2006).

Pengambilan sampel ditentukan dalam 3 lokasi pengamatan, lokasi 1 berada pada daerah dekat industri pembuatan kapal di perairan Ngemboh, Gresik. lokasi 2 berada di perairan Banyu Urip, Gresik pada kawasan pertambakan atau budidaya kerang hijau di tengah laut. lokasi 3 berada dekat dengan tempat sandar kapal-kapal nelayan, pemukiman nelayan, pariwisata dan dekat industri di perairan Kenjeran, Surabaya. Dalam satu lokasi dilakukan pengulangan pengambilan sampel sebanyak tiga kali dengan sampel air, sedimen, kerang hijau. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.5 Pengambilan Sampel

3.5.1 Air

Sampel air untuk pengukuran konsentrasi logam berat Hg dan *total organic matter* (TOM) diambil langsung pada habitat kerang hijau atau lokasi pengamatan kerang hijau. Pengambilan sampel air menggunakan *water sampler*, kemudian sampel air yang sudah didapatkan dimasukkan ke dalam botol *polyethylene* dengan volume botol 600 ml yang diambil dari kolom perairan. Sampel yang telah diambil diawetkan dengan ditetesi HNO_3 pekat 65% sebanyak 1 ml untuk uji konsentrasi logam berat Hg, kemudian sampel disimpan dalam *coolbox* untuk dianalisis lebih lanjut di laboratorium.

Pengambilan sampel air pada masing-masing lokasi di ulang sebanyak tiga kali. Sampel air yang telah didapatkan akan dilakukan analisa kualitas air untuk parameter *total organic matter* (TOM) dan konsentrasi logam berat Hg pada air. Pengujian kedua parameter tersebut dilakukan pengulangan, masing-masing sebanyak tiga kali.

3.5.2 Sedimen

Sampel sedimen pada penelitian ini diambil secara langsung pada habitat kerang hijau atau lokasi pengamatan kerang hijau. Sampel sedimen dengan menggunakan alat cetok dan keranjang untuk wadah sedimen saat pengambilan sampel. Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan cara menyelam pada titik pengambilan sampel dengan kedalaman 5-10 m. Sampel sedimen yang telah didapatkan dimasukkan kedalam plastik, kemudian sampel sedimen dimasukkan ke dalam *coolbox* untuk dianalisis konsentrasi logam berat Hg di laboratorium. Pengambilan sampel sedimen dan analisa konsentrasi logam berat Hg pada sedimen pada masing-masing lokasi di ulang sebanyak tiga kali.

3.5.3 Kerang Hijau

Pengambilan sampel kerang dilakukan secara langsung pada habitat kerang hijau atau lokasi pengamatan kerang hijau. Pengambilan kerang hijau menggunakan alat pengumpul kerang milik nelayan. Kerang yang diambil pada kedalaman 5-10 m dengan cara menyelam. Total sampel kerang hijau dalam penelitian ini berjumlah 9 individu, masing-masing lokasi penelitian sebanyak 3 individu. Ukuran kerang hijau yang diambil memiliki panjang sekitar 6-8 cm. Sampel kerang hijau yang telah didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox*.

3.6 Analisis Sampel

3.6.1 Analisis Logam Berat Hg pada Air

Pengukuran konsentrasi logam berat Hg pada air laut dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Prosedur yang digunakan sebagai berikut :

1. Mengambil air sampel dengan pipet volume 50 ml kemudian dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 100 ml.
2. Menambahkan 5 ml aquaregia, kemudian di panaskan di atas kompor listrik sampai kering lalu didinginkan.
3. Menambahkan 10 ml Na_2SO_3 (2,5 N) di panaskan hingga mendidih dan didinginkan.
4. Menyaring sampel yang sudah didinginkan ke labu ukuran 50 ml, menambahkan aquades sampai tanda batas, mengocok sampai homogen.
5. Persiapan penggunaan AAS
6. Membuka tabung gas asetilen (12-14 PSI), menyambungkan konektor kompresor ke listrik menunggu sampai tekanan (45-58 PSI).
7. Menghidupkan blower kemudian tekan power AAS, menunggu sampai instalasi selesai
8. Mengklik menu LAMP, pilih instal lamp, mengklik pada kolom on/off lampu lalu OK
9. Mengklik pada kolom ELEMENT, mengklik logam yang akan dianalisa lalu OK
10. Kemudian mengklik SETUP INSTRUMENT, menunggu sampai selesai inisialisasi
11. Mengklik menu PARAMETER, muncul bagian SPECTROMETER
12. Mengklik CALIBRATION, pada EQUATION pilih LINEAR TROUGH ZERO, UNITS pilih mg/l
13. Pada kolom standar 1-8 mengisi nilai konsentrasi yang dibuat
14. Menganalisa, Mengklik FLAME, menekan tombol ON/OFF untuk menyalakan/mematikan api
15. Masukkan selang ke dalam BLANKO, lalu mengklik menu ANALYZE menekan tombol ANALYZE BLANK menunggu hingga proses selesai

16. Kemudian membilas selang, masukkan selang ke STANDART 1 menekan tombol ANALYZE STANDART, setelah selesai mengulangi STANDART selanjutnya
17. Menganalisa BLANKO dan STANDART kemudian muncul kurva kalibrasi dengan menekan tombol CALIBRATION GRAPH
18. Menganalisa contoh, membilas selang, masukkan selang kedalam contoh hingga selesai, melakukan untuk proses selanjutnya
19. Setelah menganalisa, mengklik FLAME, menekan tombol ON/OFF untuk mematikan api
20. Menutup tabung gas Asetilen, mencopot konektor listrik kompresor
21. Kemudian mengklik menu FLAME, klik BLEED GASES menunggu hingga selesai prosesnya
22. Menekan tombol POWER pada AAS untuk mematikan

3.6.2 Analisis Logam Berat Hg pada Sedimen

Pengukuran konsentrasi logam berat Hg pada sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Prosedur yang digunakan untuk pengukuran logam berat sebagai berikut :

1. Menimbang 2 gram sampel kering kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam tenur dan dipanaskan pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam hingga menjadi abu.
3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan regia (HCL , HNO_3), setelah itu memansakan di atas kompor listrik sampai kering dan mendinginkan kembali.

4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali ke atas kompor listrik perlahan-lahan sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100 ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen.
6. Persiapan penggunaan AAS
7. Membuka tabung gas asetilen (12-14 PSI), menyambungkan konektor kompresor ke listrik tunggu sampai tekanan (45-58 PSI).
8. Menghidupkan blower kemudian menekan power AAS, Menunggu sampai instalansi slesai
9. Mengklik menu LAMP, pilih instal lamp, mengklik pada kolom on/off lampu lalu OK
10. Mengklik pada kolom ELEMENT, Mengklik logam yang akan dianalisa lalu OK
11. Kemudian mengklik SETUP INSTRUMENT, Menunggu sampai selesai inisialisasi
12. Mengklik menu PARAMETER, muncul bagian SPECTROMETER
13. Mengklik CALIBRATION, pada EQUATION, memilih LINEAR TROUGHT ZERO, UNITS mg/l
14. Mengisikan nilai konsentrasi yang dibuat pada kolom standar 1-8, sikan
15. Menganalisa, mengklik FLAME, kemudian menekan tombol ON/OFF untuk menyalakan/mematikan api
16. Memasukkan selang ke dalam BLANKO, lalu mengklik menu ANALYZE, menekan tombol ANALYZE BLANK, menunggu hingga proses selesai
17. Kemudian membilas selang, masukkan selang ke STANDART 1 tekan tombol ANALYZE STANDART, setelah selesai ulangi STANDART selanjutnya

18. Menganalisa BLANKO dan STANDART, kemudian muncul kurva kalibrasi dengan menekan tombol CALIBRATION GRAPH
19. Menganalisa contoh, membilas selang, memasukkan selang kedalam contoh hingga selesai, lakukan untuk proses selanjutnya
20. Setelah menganalisa, mengklik FLAME, tekan tombol ON/OFF untuk mematikan api
21. Menutup tabung gas Asetilen, mencopot konektor listrik kompresor
22. Kemudian mengklik menu FLAME, mengklik BLEED GASES tunggu hingga selesai prosesnya
23. Menekan tombol POWER pada AAS untuk mematikan

3.6.3 Analisis Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot

Pengukuran konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang. Prosedur yang digunakan untuk pengukuran logam berat sebagai berikut :

1. Menimbang 2 gram sampel kering, kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen.
2. Memasukkan ke dalam tenur dan dipanaskan pada suhu $\pm 700^{\circ}\text{C}$ selama ± 2 jam hingga menjadi abu.
3. Mendinginkan dan menambahkan 5 ml larutan Regia (HCL , HNO_3), setelah itu memanaskan di atas kompor listrik sampai kering dan mendinginkan kembali.
4. Menambahkan larutan HNO_3 encer (2,5 N) sebanyak 10 ml dan memanaskan kembali ke atas kompor listrik perlahan-lahan sambil diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Menyaring ke labu 100 ml dan menambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen.

6. Persiapan penggunaan AAS
7. Membuka tabung gas asetilen (12-14 PSI), menyambungkan konektor kompresor ke listrik tunggu sampai tekanan (45-58 PSI).
8. Menghidupkan blower kemudian tekan power AAS, tunggu sampai instalansi slesai
9. Mengklik menu LAMP, pilih instal lamp, klik pada kolom on/off lampu lalu OK
10. Mengklik pada kolom ELEMENT, klik logam yang akan dianalisa lalu OK
11. Kemudian mengklik SETUP INSTRUMENT, tunggu sampai selesai inisialisasi
12. Mengklik menu PARAMETER, muncul bagian SPECTROMETER
13. Mengklik CALIBRATION, pada EQUATION pilih LINEAR TROUGHT ZERO, UNITS pilih mg/l
14. Mengisikan nilai konsentrasi yang dibuat pada kolom standar 1-8 diisikan
15. Menganalisa, mengklik FLAME, menekan tombol ON/OFF untuk menyalakan/mematikan api
16. Masukkan selang ke dalam BLANKO, lalau klik menu ANALYZE tekan tombol ANALYZE BLANK tunggu hingga proses selesai
17. Membilas selang, memasukkan selang ke STANDART 1 tekan tombol ANALYZE STANDART, setelah selesai ulangi STANDART selanjutnya
18. Menganalisa BLANKO dan STANDART, kemudian muncull kurva kalibrasi dengan menekan tombol CALIBRATION GRAPH
19. Analisa contoh, membilas selang, memasukkan selang kedalam contoh hingga selesai, lakukan untuk proses selanjutnya
20. Setelah analisa, mengklik FLAME tekan tombol ON/OFF untuk mematikan api
21. Menutup tabung gas Asetilen, mencopot konektor listrik kompresor
22. Mengklik menu FLAME, klik BLEED GASES tunggu hingga selesai prosesnya
23. Menekan tombol POWER pada AAS untuk mematikan

3.7 Prosedur Kerja Pengukuran Parameter

3.7.1 Suhu

Menurut Hariyadi, *et al.* (1992) prosedur pengukuran suhu menggunakan *thermometer* adalah sebagai berikut :

1. Memasukkan *thermometer* ke dalam air selama 3 menit dengan membelakangi sinar matahari.
2. Membaca suhu pada *thermometer* secepatnya setelah dikeluarkan dari dalam air.
3. Mencatat hasil pengukuran dalam skala °C.

3.7.2 Salinitas

Menurut Wibisono (2010), prosedur pengukuran salinitas menggunakan refraktometer adalah sebagai berikut :

1. Membersihkan refraktometer dengan aquades.
2. Membuka penutup kaca prisma, meneteskan satu tetes air laut pada prisma refraktometer dan tutup kembali penutup kaca prisma.
3. Mengarahkan refraktometer ke sumber cahaya atau cahaya matahari
4. Melihat angka yang tertera pada bagian *eye piece* dan akan tertera nilai salinitasnya.
5. Mencatat nilai hasil pengamatan.

3.7.3 Dissolved Oxygen (DO)

Menurut Juliana (2007), prosedur pengukuran oksigen terlarut di laut menggunakan DO meter adalah sebagai berikut :

1. Membilas DO meter menggunakan aquadest.
2. Membersihkan menggunakan tissue.
3. Memasukkan probe DO meter ke dalam media (air laut).

4. Menyalakan DO meter dengan menekan tombol "ON"
5. Menekan tombol "CAL", kemudian menunggu hingga muncul kata "READY" pada layar.
6. Melihat dan mencatat angka yang muncul kemudian di catat hasilnya dalam mg/l

3.7.4 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Kurniawan, *et al.* (2013) prosedur pengukuran pH menggunakan pH meter adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan pH meter.
2. Menyalakan pH meter dengan menekan tombol on/off.
3. Memasukkan probe pH meter kedalam perairan dan ditunggu hingga angka.yang ditunjukkan pada layar berhenti dan dicatat hasilnya.

3.7.5 Total Organic Matter (TOM)

Pengukuran *total organic matter* (TOM) dilakukan dengan metode titrasi kalium permanganat. Menurut Hariyadi, *et al.* (1992) prosedur pengukuran TOM adalah sebagai berikut :

1. Air sampel diambil sebanyak 50 ml lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer.
2. Menambahkan KMnO_4 sebanyak 9,5 ml.
3. Kemudian menambahkan H_2SO_4 (1:4) sebanyak 10 ml dan dihomogenkan.
4. Memanaskan sample menggunakan hot plate sampai suhu 70-80 °C lalu diangkat dan ditunggu hingga suhu turun menjadi 60-70 °C.
5. Menambahkan Na-oxalate 0,01 N secara perlahan sampai tidak berwarna pertama kali.
6. Mentitrasi dengan KMnO_4 0,001 N sampai terbentuk warna merah muda pertama kali dan dicatat sebagai ml titran (x ml).

7. Melakukan prosedur di atas untuk sampel aquadest dan dicatat titran yang digunakan (y ml).
8. Menghitung kadar TOM dengan rumus :

$$\text{TOM (mg/l)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

3.8 Analisa Data

Analisa data yang digunakan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi logam berat pada insang, lambung dan otot. Kemudian perbedaan konsentrasi logam berat pada insang, lambung dan otot antar lokasi pengamatan. Uji perbedaan dalam penelitian ini menggunakan uji ANOVA dengan syarat data berdistribusi normal dengan bantuan software SPSS ver.16, kemudian dilakukan uji lanjut BNT (*Least Significance Difference Test*) karena jumlah data yang kurang dari 30. ANOVA adalah suatu prosedur untuk uji perbedaan mean beberapa populasi. Menurut Sya'ban (2005), ANOVA Test merupakan uji yang digunakan untuk mencari perbedaan antar variabel. Uji lanjut BNT merupakan uji lanjut dari ANOVA untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan perlakuan (Suyatama dan Nurtama, 2012).

Hipotesis untuk analisis perbedaan konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) sebagai berikut :

- 1) H_0 : konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) adalah sama atau tidak berbeda.
- 2) H_1 : konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) adalah tidak sama atau berbeda.

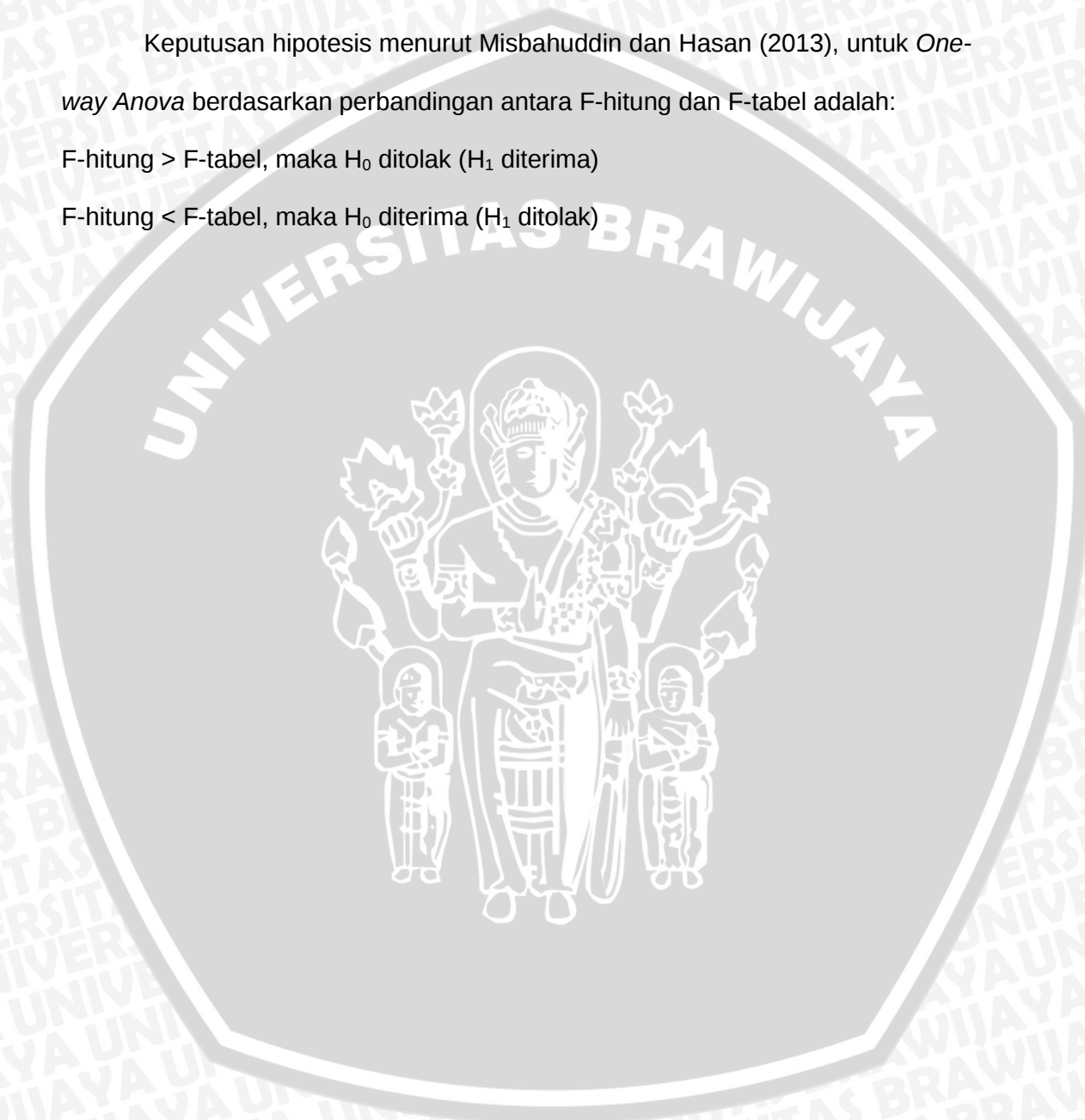
Hipotesis perbedaan konsentrasi logam berat insang, lambung dan otot antar lokasi pengamatan sebagai berikut :

- 1) H_0 : konsentrasi logam berat Hg insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) antar lokasi pengamatan adalah sama atau tidak berbeda.
- 2) H_1 : konsentrasi logam berat Hg insang, lambung, dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) antar lokasi pengamatan adalah tidak sama atau berbeda.

Keputusan hipotesis menurut Misbahuddin dan Hasan (2013), untuk *One-way Anova* berdasarkan perbandingan antara F-hitung dan F-tabel adalah:

F-hitung > F-tabel, maka H_0 ditolak (H_1 diterima)

F-hitung < F-tabel, maka H_0 diterima (H_1 ditolak)



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 Deskripsi Lokasi dan Keadaan Geografis

Penelitian mengenai analisis konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) ini dilakukan di tiga lokasi yang berbeda. Pengambilan sampel kerang hijau (*Perna viridis* L.) di tempat yang berbeda ini sebagai perbandingan untuk melihat konsentrasi logam berat Hg sesuai kondisi masing-masing lokasi. Penelitian ini dilakukan di perairan Ngemboh (lokasi 1), Banyu Urip (lokasi 2) dan Kenjeran (lokasi 3).

A. Perairan Ngemboh

Lokasi penelitian di perairan Ngemboh terletak di Desa Ngemboh, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik, dengan koordinat $6^{\circ}53'14.17'' - 6^{\circ}53'47.18''\text{S}$ LS dan $112^{\circ}29'25.54'' - 112^{\circ}30'11.04''\text{T}$ BT Batas wilayah desa Ngemboh sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Laut Jawa
Sebelah Timur	: Selat Madura
Sebelah Selatan	: Desa Cangan, Desa Gosari, Desa Kebonagung, Desa Karangrejo dan Desa Ketapanglor
Sebelah Barat	: Desa Campurejo



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Perairan Ngemboh

Perairan Ngemboh merupakan daerah yang penting bagi nelayan di wilayah setempat, hal ini karena pada wilayah tersebut dijadikan sebagai area penangkapan perikanan dan produksi kerang hijau. Namun saat ini kondisi wilayah tersebut diduga telah terjadi pencemaran akibat pembuangan yang bersal dari limbah industri perkapalan serta limbah rumah tangga di daerah tersebut. Potensi kerang hijau di Gresik khususnya di Ngemboh sangat berlimpah. Hasil produksi perikanan tangkap di desa Ngemboh pada tahun 2011 sebesar 3.052,89 ton dan mengalami penurunan produksi pada tahun 2012 menjadi 1.223,46 ton (DKP, 2013 *dalam* Eshmat, 2013). Selain itu pada tahun 2012 produksi kerang hijau di desa Ngemboh mengalami penuruan yang diduga karena adanya pengaruh masukan limbah di perairan tersebut (Gatot, 2012 *dalam* Eshmat, 2014).

B. Perairan Banyu Urip

Perairan Banyu Urip terletak di desa Banyu Urip, Kecamatan Ujungpangkah, Kabupaten Gresik. Titik koordinat perairan Banyu Urip adalah $6^{\circ}53'48.74 - 5^{\circ}54'13.53''S$ LS dan $112^{\circ}30'37.48 - 112^{\circ}31'12.83''T$ BT. Adapun batas-batas Desa Banyu Urip sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Selatan : Desa Gosari
- Sebelah Timur : Desa Pangkah Kulon
- Sebelah Barat : Desa Ngemboh



Gambar 5. Lokasi Pengambilan Sampel di Perairan Banyu Urip

Masyarakat desa Banyu Urip mayoritas berprofesi sebagai nelayan ikan. Tangkapan utama dari nelayan desa ngemboh yaitu dari biota kerang hijau (*Perna viridis* L.). Saat ini permasalahan yang dihadapi masyarakat desa Banyu Urip di bidang perikanan yaitu budidaya kerang hijau yang semakin lama hasil panennya semakin menurun, hal ini diduga diakibatkan oleh pencemaran limbah yang terdapat di perairan Banyu Urip semakin meningkat. Pencemaran yang terjadi di perairan Banyu Urip diakibatkan oleh limbah kapal seperti minyak, bensin dan cat kapal, kemudian limbah rumah tangga dan juga limbah kegiatan perikanan di sekitar perairan Banyu Urip.

C. Perairan Kenjeran

Perairan Kenjeran berada di kota Surabaya yang terletak pada koordinat $7^{\circ}13'04.45'' - 7^{\circ}13'25.43''\text{S}$ LS dan $112^{\circ}48'48.80'' - 112^{\circ}49'17.02''\text{T}$ BT . Perairan Kenjeran Surabaya terletak di bagian timur kota Surabaya dan berbatasan langsung dengan Selat Madura. Batas-batas perairan Kenjeran Surabaya terbentang pada 4 wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kelurahan Kedungcowek
- Sebelah Timur : Pulau Madura
- Sebelah Selatan : Komplek Perumahan Mentari
- Sebelah Barat : Kelurahan Bulak



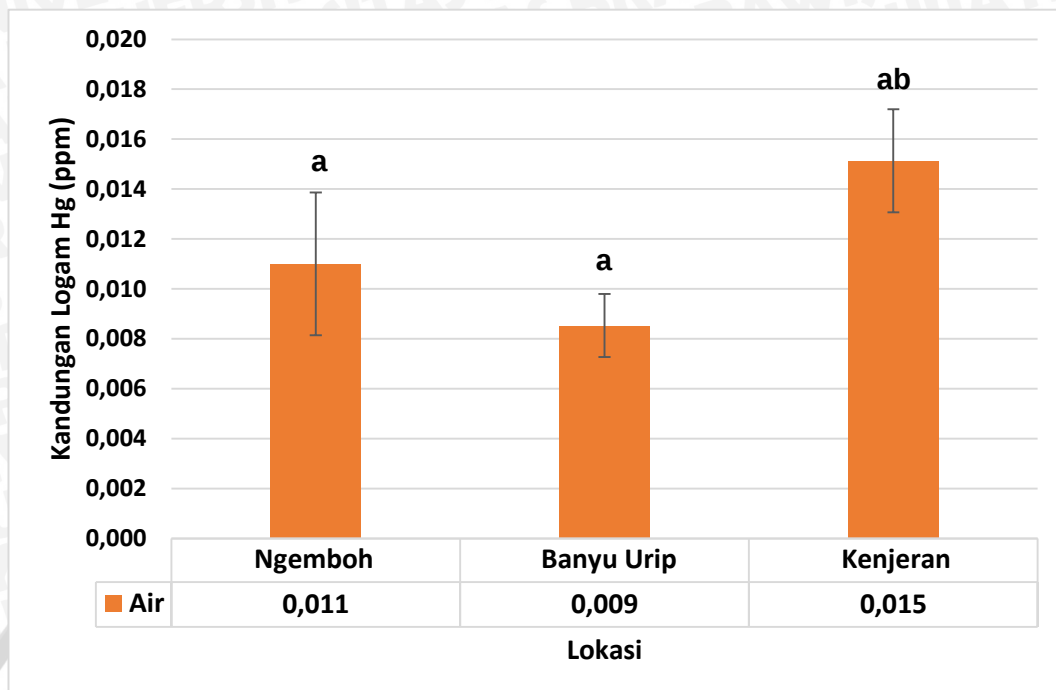
Gambar 6. Lokasi Pengambilan Sampel di Perairan Kenjeran

Perairan Kenjeran mendapat masukan limbah dari aliran Sungai Wonokromo, Sungai Wonorejo dan sungai kecil lainnya. Perairan ini merupakan tempat bermuaranya sungai yang dialiri berbagai bahan buangan, diantaranya adalah logam berat seperti merkuri (Hg) yang berasal dari kegiatan perindustrian seperti pabrik cat, kertas, peralatan listrik maupun limbah rumah sakit dan obat-obatan pertanian. Aktivitas penduduk di sekitar perairan Kenjeran juga turut menyumbang buangan limbah ke laut seperti membuang limbah rumah tangga langsung ke laut, membuang air bekas perebusan kerang, teripang maupun ikan serta limbah air cucian. Kegiatan tersebut berdampak pada penurunan kualitas air di perairan Kenjeran dan berpengaruh pada biota kerang hijau yang hidup di dalamnya.

4.2 Parameter Logam Berat Merkuri (Hg)

4.2.1 Konsentrasi Logam Berat Hg pada Air

Hasil analisis konsentrasi logam berat Hg pada air laut di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran menunjukkan hasil yang berbeda-beda dari setiap lokasi, seperti yang ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 7.



Gambar 7. Konsentrasi rata-rata logam berat Hg dan standart deviasi di air. Ngembah 0,011±0,033 ppm. Banyu Urip 0,009±0,001 ppm. Kenjeran 0,015±0,002 ppm. Notasi perbedaan a dan ab dari Uji BNT 5%.

Berdasarkan data pada grafik, konsentrasi rata-rata logam berat Hg pada air laut di perairan Kenjeran merupakan yang tertinggi, dengan konsentrasi rata-rata yaitu 0,015±0,002 ppm, kemudian perairan Ngembah memiliki konsentrasi rata-rata yaitu 0,011±0,033 ppm dan terendah di Banyu Urip dengan konsentrasi rata-rata yaitu 0,009±0,001 ppm (Gambar 7). Konsentrasi logam berat di ketiga perairan tersebut jika dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk biota berdasarkan Kep. Men.LH No. 51 Tahun 2004 maka konsentrasi logam berat Hg cenderung telah melebihi baku mutu, dimana baku mutu konsentrasi logam berat Hg pada air laut untuk biota laut adalah 0,001 ppm. Kemudian jika mengacu pada EPA (1986) dalam Maslukah (2006) ketiga perairan tersebut berada dalam kondisi kronis, dimana perairan dengan kategori kronis memiliki konsentrasi logam berat Hg berkisar antara 0,0056-0,14 ppm.

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi logam berat Hg pada air laut, rendahnya konsentrasi rata-rata Hg di perairan Banyu Urip diduga karena kondisi

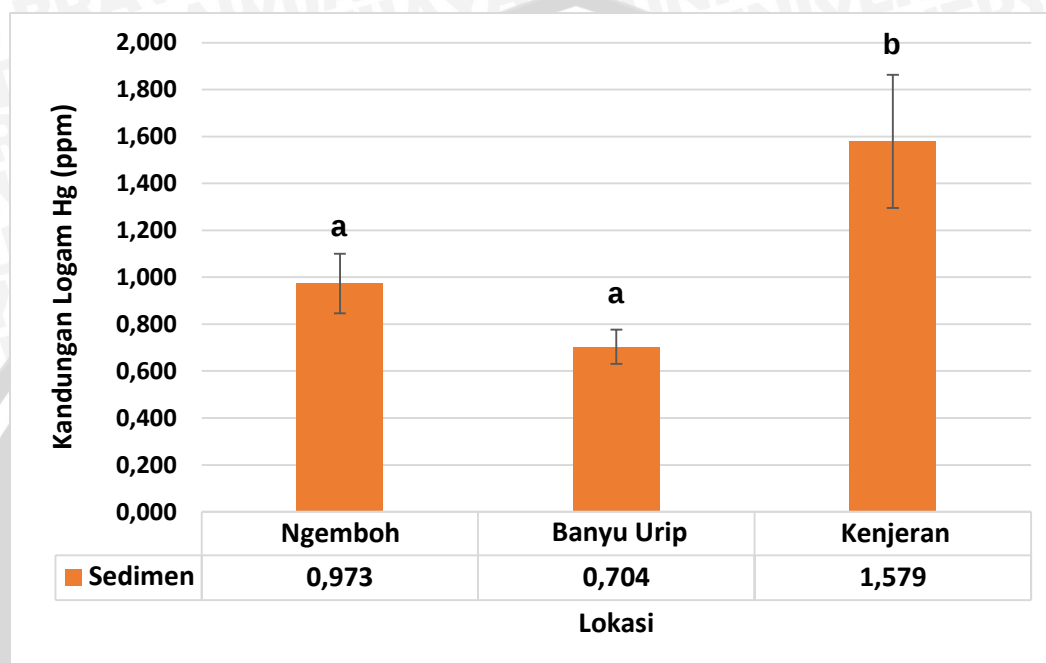
perairan yang relatif jauh dari aktivitas masyarakat di daratan, sehingga polutan yang masuk relatif lebih sedikit. Menurut Basalmah (2006) secara alamiah, konsentrasi logam berat yang ada di seluruh alam dalam kadar yang sangat rendah, kadar ini dapat meningkat karena terjadi peningkatan limbah yang mengandung logam berat tersebut masuk ke dalam laut. Hal ini diperkuat oleh Sanusi *dalam* Sarjono (2009) yang menyatakan konsentrasi logam berat cenderung menurun pada lokasi yang jauh dari daratan.

Perairan Ngembah memiliki konsentrasi logam berat Hg cukup tinggi, hal tersebut diduga karena adanya sumber pencemar yang berasal dari industri kapal di sekitar perairan Ngembah. Limbah yang menjadi sumber pencemaran Hg di perairan adalah kegiatan pengecatan pada industri kapal. Menurut Sudarmaji, *et al.* (2006) senyawa merkuri (Hg) banyak digunakan dalam peralatan listrik, cat, thermometer, fungisida.

Konsentrasi logam berat Hg tertinggi yaitu di perairan Kenjeran, tingginya konsentrasi logam berat Hg diduga karena limbah yang masuk dari kegiatan masyarakat, mengingat di sekitar perairan Kenjeran banyak terdapat sampah organik maupun anorganik yang di buang langsung di pinggir pantai, selain itu perairan Kenjeran juga potensial tercemar oleh limbah domestik dan industri yang masuk melalui aliran sungai yang bermuara di perairan Kenjeran. Menurut Pemerintah Daerah Kotamadya Surabaya (1993) *dalam* Zakiah dan Mulyanto (1998) bahwa perairan Kali Surabaya dan cabang-cabangnya sudah tercemar oleh Hg karena industrialisasi yang berkembang di sepanjang DAS Kali Surabaya. Menurut Hutagalung (1984), senyawa logam berat Hg banyak digunakan dalam industri sebagai bahan baku, katalisator, maupun bahan tambahan.

4.2.2 Konsentrasi Logam Berat Hg pada Sedimen

Hasil analisis konsentrasi logam berat Hg pada sedimen di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran menunjukkan hasil yang berbeda-beda dari setiap lokasi, seperti yang ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 8.



Gambar 8. Konsentrasi rata-rata logam berat Hg dan standart deviasi di sedimen. Ngemboh $0,973 \pm 0,126$ ppm. Banyu Urip $0,704 \pm 0,126$ ppm. Kenjeran $1,579 \pm 0,284$ ppm. Notasi perbedaan a dan b dari uji BNT 5%.

Berdasarkan data pada grafik, konsentrasi rata-rata logam berat Hg pada sedimen di perairan Kenjeran merupakan yang tertinggi, dengan konsentrasi rata-rata yaitu $1,579 \pm 0,284$ ppm, kemudian perairan Ngemboh memiliki konsentrasi rata-rata yaitu $0,973 \pm 0,126$ ppm dan terendah di Banyu Urip dengan konsentrasi rata-rata yaitu $0,704 \pm 0,126$ ppm (Gambar 8). Hasil konsentrasi logam berat Hg pada sedimen di ketiga perairan jika dibandingkan dengan IADC/CEDA (1997) dalam Wulandari (2006) maka konsentrasi rata-rata logam berat Hg Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran termasuk kategori level tes. Menurut IADC/CEDA (1997) dalam Wulandari (2006), konsentrasi logam berat Hg pada sedimen jika 0,5-1,6 ppm termasuk dalam kategori level tes yang berarti tercemar ringan (Lampiran 6).

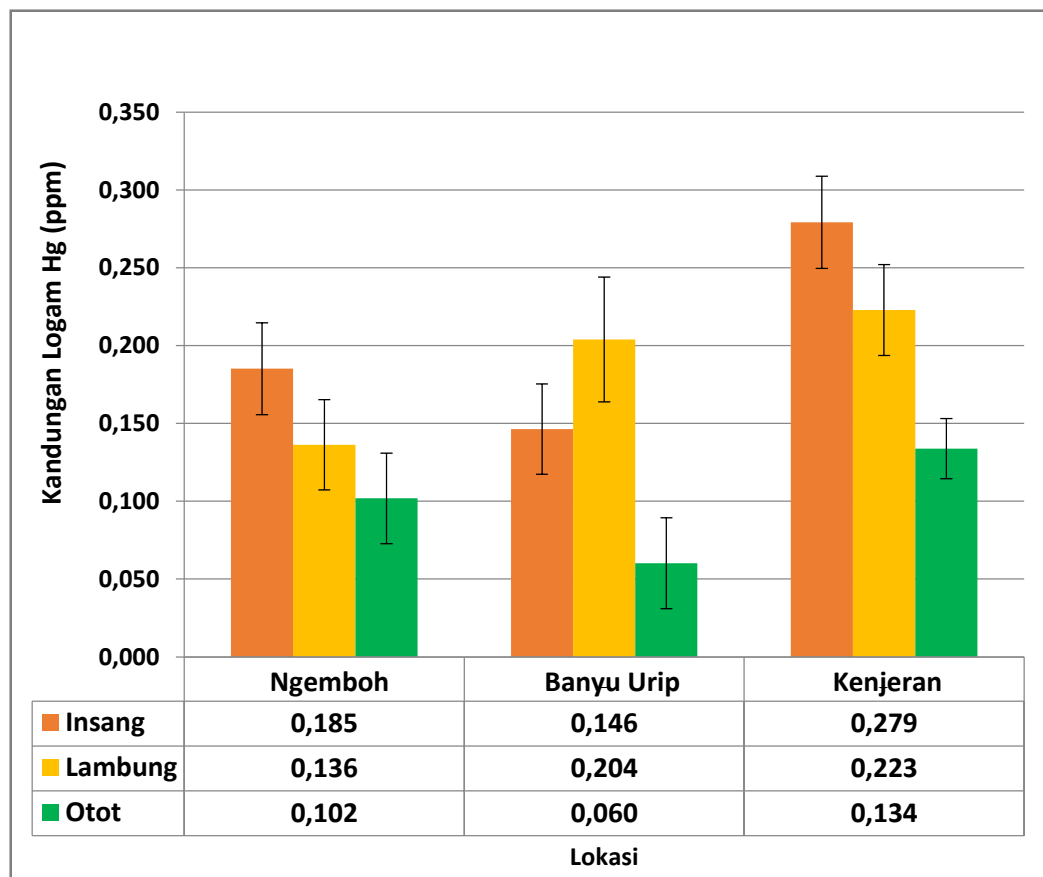
Kemudian jika mengacu pada RNO (1981) *dalam* Razak (1986) maka konsentrasi rata-rata logam berat Hg pada sedimen di ketiga perairan tersebut telah melebihi baku mutu. Menurut RNO (1981) *dalam* Razak (1986), baku mutu logam berat merkuri (Hg) pada sedimen adalah berkisar 0,02-0,35 ppm..

Konsentrasi logam berat Hg pada sedimen di perairan Kenjeran merupakan yang tertinggi, hal tersebut diduga karena limbah kegiatan masyarakat di sekitar perairan kenjeran dan juga sedimen yang dibawa oleh aliran sungai ke perairan Kenjeran. Menurut Darmono (1995) pada perairan dan sedimen sekitar pantai kontaminasi logam berat mayoritas berasal dari endapan di mulut sungai yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri atau pertambangan. Pendapat yang sama juga disampaikan oleh Zakiyah dan Mulyanto (1998) bahwa tingginya konsentrasi logam Hg pada sedimen di pantai disebabkan tingginya konsentrasi logam Hg dari sedimen yang di bawa oleh aliran sungai. Salah satu aliran sungai yang bermuar di perairan Kenjeran adalah kali Wonokromo. Menurut Taftazani (2007), penelitian yang dilakukanya pada tahun 2005 menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Hg pada sedimen di muara kali Wonokromo sebesar 3,57 ppm, hal tersebut dikarenakan industri yang berkembang di sepanjang kali Wonokromo.

Berdasarkan hasil analisis, konsentrasi logam berat Hg pada sedimen di seluruh lokasi penelitian lebih tinggi dari air dan organ kerang hijau. Menurut Taftazani (2007), logam berat pada perairan baik yang berasal dari sungai, laut maupun dari organisme pada fase akhir akan mengendap ke sedimen perairan. Pendapat lain mengatakan bahwa logam berat yang masuk ke dalam kolom perairan akan diserap oleh partikel-partikel tersuspensi dan mengendap ke dasar perairan (Mance, 1987 *dalam* Apriadi, 2006).

4.2.3 Konsentrasi Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L.)

Hasil analisis konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran menunjukkan hasil yang berbeda-beda dari setiap lokasi, seperti yang ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 9.



Gambar 9. Konsentrasi rata-rata logam Hg dan standart deviasi di insang, lambung dan otot. Ngemboh; insang $0,185 \pm 0,03$ ppm, lambung $0,136 \pm 0,02$ ppm, otot $0,102 \pm 0,029$ ppm. Banyu Urip; insang $0,146 \pm 0,029$ ppm, lambung $0,204 \pm 0,04$ ppm, otot $0,06 \pm 0,02$ ppm. Kenjeran; insang $0,279 \pm 0,03$ ppm, lambung $0,223 \pm 0,029$ ppm, otot $0,134 \pm 0,019$ ppm.

Berdasarkan data pada grafik, konsentrasi rata-rata logam berat Hg pada insang, tertinggi di perairan Kenjeran sebesar $0,279 \pm 0,03$ ppm, Ngemboh $0,185 \pm 0,03$ ppm dan terendah di Banyu Urip sebesar $0,146 \pm 0,029$ ppm. Konsentrasi logam berat Hg pada lambung, tertinggi di perairan Kenjeran sebesar $0,223 \pm 0,029$ ppm, Banyu Urip sebesar $0,204 \pm 0,04$ ppm dan terendah di Ngemboh

0,136±0,02 ppm. Kemudian konsentrasi logam berat Hg pada otot, tertinggi di perairan Kenjeran sebesar 0,134±0,019 ppm, Ngemboh sebesar 0,102±0,029 ppm dan terendah di Banyu Urip sebesar 0,06±0,02 ppm.

Hasil analisis menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi logam berat Hg tertinggi yaitu pada insang dan terendah pada otot. Tingginya konsentrasi logam berat pada insang diduga karena akumulasi merkuri (Hg) paling aktif melalui insang. Insang mengatur dalam aktivitas filter makanan dan merupakan organ pertama yang bersentuhan dengan lingkungan air laut, oleh karena Hg terakumulasi pada insang dengan konsentrasi yang tinggi (Yap *et al.*, 2007). Merkuri (Hg) bersifat lipofilik dan cepat terabsorpsi dari air melalui insang dan masuk ke plasma darah selanjutnya diikat oleh sel darah merah (Schultz *et al.*, 1996 dalam Suseno *et al.*, 2010).

Masuknya logam berat pada lambung juga dapat melalui proses biotransfer melalui rantai makanan yang dapat terjadi di lingkungan perairan dari kelompok organisme produsen ke kelompok konsumen tingkat yang lebih tinggi, sehingga memungkinkan logam berat yang berada pada lambung merupakan hasil biakumulasi logam berat dari makanan organisme tersebut (Lasut, 2009). Konsentrasi logam berat Hg di perairan Banyu Urip tertinggi pada lambung dan terendah pada otot. Hasil tersebut sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Ortiz (2013) bahwa kecenderungan hasil analisis konsentrasi logam berat Hg pada Kerang Hijau yang tertinggi di lambung>insang>otot. Seperti di banyak moluska lainnya, lambung telah terbukti menjadi organ utama akumulasi logam (Marigoez dan Ireland, 1989 dalam Vasanthi *et al.*, 2012). Menurut Vasanthi, *et al.* (2012) hasil penelitian konsentrasi bahwa logam berat (Cu, Pb, Cd dan Zn) pada kerang hijau di perairan Kovalam India terbanyak di lambung>insang>otot. Perairan Kovalam dalam penelitian tersebut digunakan sebagai kontrol, karena habitatnya relatif baik, bebas dari polusi industri maupun perkotaan (Padmini dan Usharani, 2009).

dalam Vasanthi *et al.*, 2012). Hasil tersebut diduga berhubungan dengan kondisi kimia lingkungan dan habitat (Vasanthi *et al.*, 2012). Pendapat yang sama juga disampaikan oleh Peng dan Hwang (2011) dalam Vasanthi, *et al.* (2012) bahwa pola akumulasi kemungkinan berubah tidak hanya karena perbedaan fungsi dari jaringan, tetapi juga karena kondisi habitat. Tingginya logam berat pada lambung di perairan Banyu Urip juga diduga akumulasi logam Hg lebih banyak dari jalur pakan. Penelitian yang dilakukan Seixas, *et al.* (2005) menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Hg pada organ *Octopus vulgaris* (L.) tertinggi yaitu di lambung, kemudian diikuti oleh insang dan gonad. Hasil tersebut diduga karena makanan menjadi jalur utama akumulasi pada octopus (Seixas *et al.*, 2005). Pendapat lain yang menguatkan bahwa makanan dapat menjadi jalur utama masuknya logam berat adalah eksperimen yang dilakukan oleh Budiawan (2013) bahwa pada pemeliharaan *Perna viridis* L. yang diberikan makan berupa alga *isochrysis* sp. yang positif terkontaminasi Hg menunjukkan akumulasi logam Hg pada organ *Perna viridis* L. sebagai berikut: lambung>kaki>insang>bisus.

Logam berat Hg dapat terakumulasi pada seluruh jaringan organisme termasuk otot kerang hijau. Distribusi merkuri (Hg) ke seluruh organ tubuh melalui sistem pengangkutan darah dari insang ke seluruh organ sasaran. Transport Hg di dalam jaringan tubuh hewan air terjadi dimana logam tersebut diangkut oleh darah dalam bentuk terikat dengan protein. Metil merkuri berikatan dengan protein hemoglobin dalam sel darah merah (Heath, 1987 dalam Lasut, 2009).

Konsentrasi logam berat Hg pada otot di ketiga perairan lebih rendah dari insang maupun lambung. Hasil tersebut sama dengan Yap, *et al.* (2007) bahwa hasil eksperimen menunjukkan logam Hg pada kerang hijau tertinggi pada insang>bisus>mantel>kaki>gonad>otot. Logam berat dalam otot selalu lebih rendah dibandingkan dengan insang karena otot merupakan tempat akumulasi terakhir logam dalam tubuh organisme air (Mathana *et al.*, 2012 dalam Nisuramah,

2014). Menurut Al-Waher (2008) dalam Nurrachmi, et al. (2011) otot bukan merupakan jaringan aktif dalam mengakumulasi logam berat dan bukan termasuk sistem peredaran darah yang mengangkut konsentrasi logam berat yang tinggi. Rendahnya logam berat Hg pada otot juga dikarenakan adanya proses depurasi pada otot. Menurut Miettinen, et al. (1972) dalam Ekanath dan Menon (1983), menunjukkan bahwa 20% dari merkuri (Hg) total yang masuk ke dalam otot dari *M. Galloprovincialis* mengalami depurasi dengan cepat.

Konsentrasi logam berat Hg pada kerang hijau (*Perna viridis* L.) yang meliputi Insang, lambung dan otot di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran masih dibawah ambang batas maksimum dari batas yang ditetapkan oleh direktorat jenderal pengawasan obat dan makanan No. 03725/B/SK/VII/89 tentang batas maksimum cemaran logam dalam makanan, dimana batas maksimum cemaran logam Hg pada sumberdaya ikan adalah 0,5 ppm.

4.2.4 Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L.)

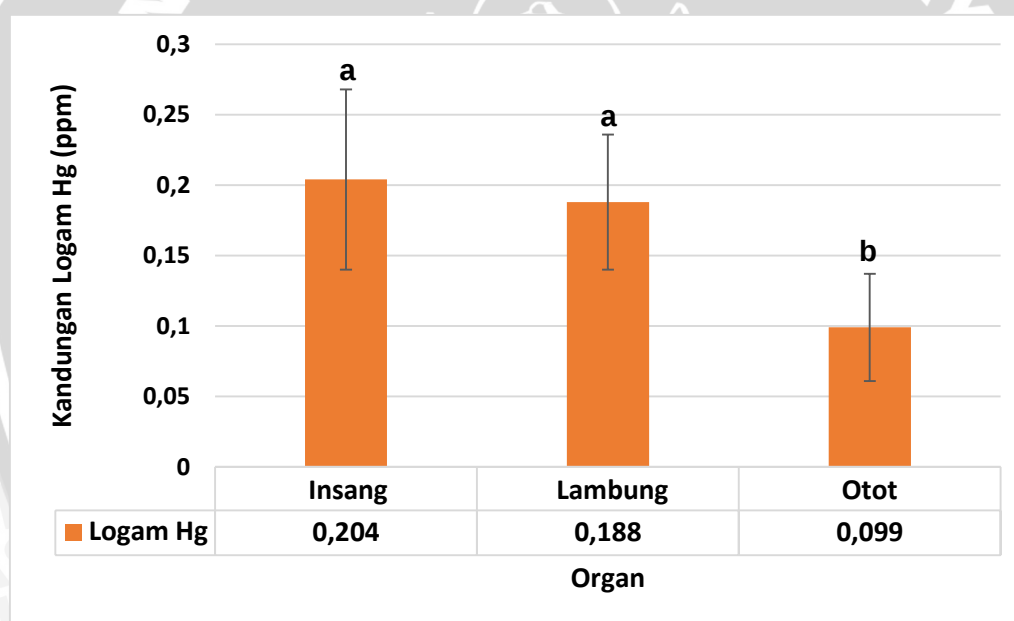
Analisis perbedaan konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot menggunakan uji Anova. Pengujian Anova dapat dilakukan setelah diketahui distribusi data normal. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa distribusi data pada organ insang, lambung dan otot normal dengan nilai Sig. masing-masing yaitu 0,2 atau $p > 0,05$.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Organ	Sig.
Insang	0,2*
Lambung	0,2*
Otot	0,2*

* $p > 0,05$ (distribusi data normal)

Hasil uji Anova didapatkan nilai F-hitung sebesar 11,024 dan F-tabel sebesar 3,4 atau nilai F-hitung lebih besar dari nilai F-tabel (Lampiran 9). Berdasarkan hasil uji tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot. Untuk mengetahui perbedaan lebih lanjut maka dilakukan uji BNT, uji ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam berat pada organ mana yang berbeda. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Hg pada insang dan lambung tidak berbeda nyata, ditandai dengan notasi a ($p > 0,05$). Kemudian konsentrasi logam berat Hg pada otot berbeda nyata dengan insang dan lambung, ditandai dengan notasi b ($p < 0,05$). Hasil uji BNT tersaji pada Lampiran 9.



Gambar 10. Konsentrasi logam berat Hg dan standart deviasi di organ. Insang $0,204 \pm 0,064$ ppm. Lambung $0,188 \pm 0,048$ ppm. Otot $0,099 \pm 0,038$. Notasi perbedaan a dan b dari Uji BNT 5%.

Konsentrasi logam berat Hg pada insang dan lambung tidak berbeda nyata diduga karena pola hidup dan cara makan kerang hijau. Menurut Darmono (2001), kerang hijau memiliki habitat yang menetap serta cara makan dengan menyaring air (*filter feeder*), sehingga karakteristik hidup tersebut menyebabkan insang melakukan kontak langsung dengan logam berat Hg. Menurut Suaniti (2007),

logam berat diserap kebanyakan dalam bentuk ion melalui insang dan saluran pencernaan. Pendapat yang sama juga disampaikan oleh Prasetya (2009) menyatakan bahwa logam berat (Hg, Cd, Pb) dalam air kebanyakan berbentuk ion dan diserap oleh kerang secara langsung melalui air yang melewati membran insang atau melalui makanan. Berdasarkan literatur tersebut maka organ insang dan lambung potensial terakumulasi logam berat Hg dalam jumlah yang tinggi.

Konsentrasi logam berat Hg pada otot yang berbeda nyata dengan insang dan lambung karena akumulasi banyak di insang dan lambung sehingga distribusi logam berat Hg pada otot rendah. Rendahnya konsentrasi logam berat pada otot diduga karena otot bukan merupakan organ yang menerima jalur masukan utama dari logam berat Hg. Perbedaan tingkat akumulasi di dalam masing-masing organ organisme akuatik dapat disebabkan oleh perbedaan dalam peran dari setiap organ tersebut (Murugan, 2008 *dalam* Nurrachmi *et al.*, 2011). Kemampuan dan fungsi regulasi serta faktor lain juga dapat mempengaruhi perbedaan akumulasi dalam berbagai organ. Seperti halnya konsentrasi logam dalam hati (tidak langsung kontak dengan logam di dalam air) yang berperan dalam detoksifikasi maupun penyimpanan akan berbeda dengan dengan konsentrasi yang terdeteksi di dalam insang (kontak langsung dengan logam di air) yang berperan dalam pengambilan dan ekskresi logam (Murugan, 2008 *dalam* Nurrachmi *et al.*, 2011).

4.2.5 Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg Insang, Lambung dan Otot antar Lokasi Pengamatan

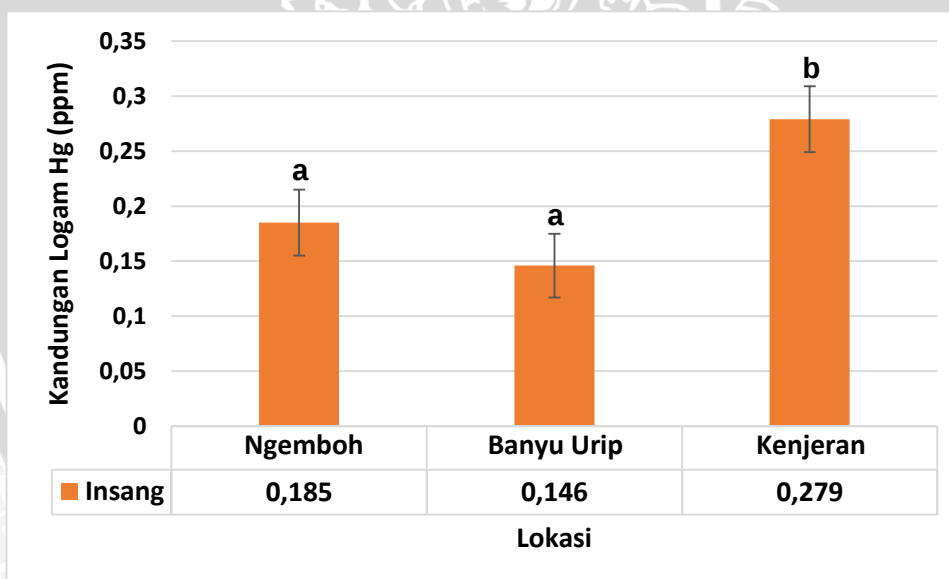
Pada penelitian ini dilakukan analisis konsentrasi perbedaan logam berat Hg insang, lambung dan otot kerang hijau (*Perna viridis* L.) antar lokasi penelitian (Ngemboh, Banyu Urip, Kenjeran). Hasil analisis perbedaan menunjukkan hasil yang berbeda antara insang, lambung dan otot.

Tabel 4. Hasil Uji Anova Konsentrasi Logam Berat Hg pada Organ antar Lokasi

Organ	F-hitung	F-tabel
Insang	16,191	5,14
Lambung	6,538	
Otot	7,628	

* F-hitung > F-tabel (berbeda nyata)

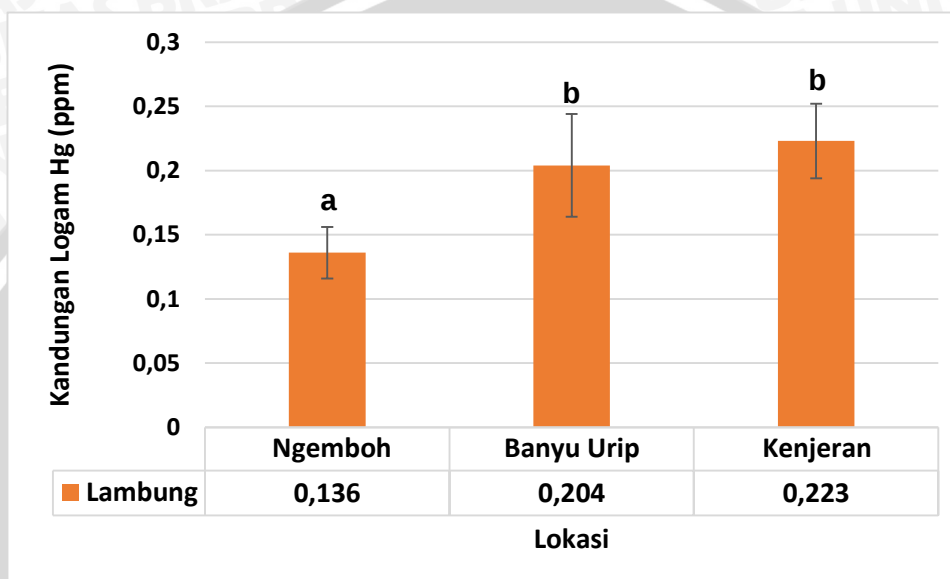
Hasil uji Anova organ insang didapatkan nilai F-hitung sebesar 16,191 atau lebih besar dari nilai F-tabel sebesar 5,14. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat Hg pada insang berbeda nyata di antar lokasi penelitian. Hasil uji lanjut BNT menunjukkan konsentrasi logam berat Hg pada insang kerang hijau di perairan Ngemboh dan Banyu Urip tidak berbeda nyata, ditandai dengan notasi a ($p > 0,05$). Kemudian konsentrasi logam berat Hg pada insang kerang hijau di perairan Kenjeran berbeda nyata dengan di perairan Ngemboh dan Banyu Urip, ditandai dengan notasi b ($p < 0,05$). Hasil uji BNT tersaji pada Lampiran 10.



Gambar 11. Konsentrasi logam Hg dan standart deviasi insang. Ngemboh $0,185 \pm 0,03$ ppm. Banyu Urip $0,146 \pm 0,029$ ppm. Perairan Kenjeran $0,279 \pm 0,03$ ppm. Notasi perbedaan a dan b dari Uji BNT 5%.

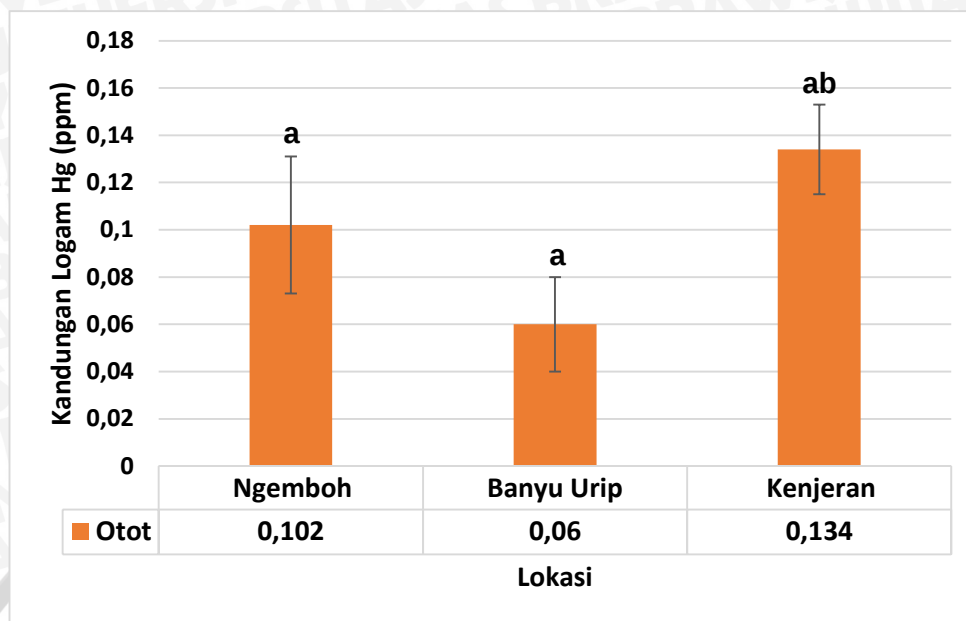
Hasil uji Anova organ lambung menunjukkan bahwa nilai F-hitung sebesar 6,538 atau lebih besar dari nilai F-tabel sebesar 5,14. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat Hg pada lambung antar lokasi terdapat perbedaan yang nyata. Hasil uji lanjut BNT menunjukkan bahwa

konsentrasi logam berat Hg pada lambung di perairan Ngemboh berbeda nyata dengan di perairan Banyu Urip dan Kenjeran, ditandai dengan notasi a ($p < 0,05$). Kemudian konsentrasi logam berat Hg pada lambung di perairan Banyu Urip dan Kenjeran tidak berbeda nyata, ditandai dengan notasi b ($p > 0,05$). Hasil uji BNT tersaji pada Lampiran 11.



Gambar 12. Konsentrasi logam Hg dan standart deviasi pada lambung. Perairan Ngemboh $0,136 \pm 0,02$. Perairan Banyu Urip $0,204 \pm 0,04$. Perairan Kenjeran $0,223 \pm 0,029$. Notasi perbedaan a dan b dari Uji BNT 5%.

Hasil uji Anova organ otot menunjukkan nilai F-hitung sebesar 7,628 atau lebih besar dari nilai F-tabel sebesar 5,14. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat Hg pada otot antar lokasi terdapat perbedaan yang nyata. Hasil uji lanjut BNT menunjukkan konsentrasi logam berat Hg pada otot di perairan Ngemboh tidak berbeda nyata dengan di perairan Banyu Urip dan Kenjeran, ditandai dengan notasi a ($p > 0,05$). Kemudian konsentrasi logam Hg pada otot di perairan Banyu Urip berbeda nyata dengan di perairan Kenjeran, ditandai notasi ab ($p < 0,05$). Hasil uji BNT tersaji pada Lampiran 12.



Gambar 13. Konsentrasi logam Hg dan standart deviasi pada otot. Perairan Ngemboh $0,102 \pm 0,029$ ppm. Perairan Banyu Urip $0,06 \pm 0,02$. Perairan Kenjeran $0,134 \pm 0,019$ ppm. Notasi perbedaan a dan ab dari Uji BNT 5%.

Berdasarkan hasil uji perbedaan tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat Hg pada insang di perairan Ngemboh dan Banyu Urip tidak berbeda nyata, sementara di Kenjeran berbeda nyata dengan di perairan Ngemboh dan Banyu Urip. Hal tersebut diduga karena berbedanya konsentrasi logam berat di masing-masing perairan. Menurut Muflih (2014) dalam Kusuma (2014), akumulasi logam berat pada insang sangat tergantung pada konsentrasi logam berat di air dan sedimen karena insang organ pertama yang terpapar logam berat. Konsentrasi logam berat Hg air dan sedimen di perairan Kenjeran tertinggi di antara kedua perairan lainnya, hal tersebut diduga menyebabkan konsentrasi logam Hg berbeda nyata di perairan tersebut, sementara di Ngemboh dan Banyu Urip relatif tidak berbeda jauh. Absorpsi logam berat pada permukaan insang juga sangat penting pengaruhnya terhadap konsentrasi logam berat pada insang (Dural et al., 2006 dalam Nurrachmi et al., 2011).

Hasil uji perbedaan menunjukkan konsentrasi logam berat Hg pada lambung di perairan Ngemboh berbeda nyata dengan di perairan Banyu Urip dan Kenjeran, hal tersebut diduga logam berat yang masuk melalui jalur pakan lebih sedikit di perairan Ngemboh. Menurut Bella dan Hiliker (2003), merkuri (Hg) dapat masuk ke dalam tubuh organisme melalui jaring makanan. Logam Hg yang masuk ke perairan terabsorpsi ke dalam plankton dan bisa berpindah ke biota laut (Kusuma, 2014). Kemudian konsentrasi logam berat pada lambung di perairan Banyu Urip dan Kenjeran tidak berbeda nyata, hal tersebut diduga logam Hg yang terakumulasi melalui jalur pakan relatif sama. Konsentrasi logam berat dalam perairan sangat berpengaruh terhadap akumulasi pada biota laut, termasuk juga logam yang terakumulasi pada rantai makanan (Nurrachmi *et al.*, 2011).

Berdasarkan hasil uji perbedaan logam berat Hg pada otot, bahwa konsentrasi logam berat pada otot di perairan Banyu Urip berbeda nyata dengan di Kenjeran diduga karena rendahnya konsentrasi Hg pada otot di perairan Banyu Urip, sedangkan di perairan Kenjeran tinggi. Akumulasi logam berat pada otot kerang berasal dari logam di lingkungan yang terabsorpsi pada kerang, kemudian terdistribusi melalui darah (Heath, 1987 dalam Lasut, 2009).

Secara umum konsentrasi logam berat tertinggi pada masing-masing organ yaitu di perairan Kenjeran. Kualitas air pada masing-masing perairan juga diduga mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan dan akumulasi pada kerang hijau. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengukuran salinitas, oksigen terlarut dan pH yang rendah, sementara suhu dan TOM tinggi, kondisi tersebut diduga menyebabkan konsentrasi dan toksisitas logam berat Hg di perairan Kenjeran tinggi (Tabel 5). Menurut Darmono (2001), perbedaan konsentrasi logam berat dalam tubuh biota perairan dapat dipengaruhi oleh perbedaan spesies, jenis kelamin, kemampuan organisme untuk menghindari kondisi buruk (polusi), fase siklus hidup, kebutuhan makanan dan pengaruh lingkungan (suhu, salinitas, pH

dan oksigen terlarut dalam air). Kualitas air pada masing-masing perairan juga diduga mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan dan akumulasi pada kerang hijau. Pada penelitian ini didapatkan hasil pengukuran salinitas, oksigen terlarut dan pH yang rendah, sementara suhu dan TOM tinggi, kondisi tersebut diduga menyebabkan konsentrasi dan toksisitas logam berat Hg di perairan Kenjeran tinggi (Tabel 5).

4.3 Kondisi Lingkungan Perairan

Hasil pengukuran kualitas air di perairan Ngembah, Banyu Urip dan Kenjeran tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan Perairan

Parameter	Satuan	Lokasi			Baku Mutu*
		Perairan Ngembah	Perairan Banyu Urip	Perairan Kenjeran	
Suhu	°C	31	31,67	32,33	28 – 30*
Salinitas	ppt	26	26,67	25	27 – 33*
DO	mg/l	7,22	4,2	5,867	>5*
pH	-	8,07	8,5	7,98	7 – 8,5*
TOM	mg/l	26,963	14,325	31,178	>20**

Ket : *KepMen LH No.51 Tahun 2004

**Effendi (2003)

4.3.1 Suhu

Suhu air merupakan salah satu parameter fisika yang penting di perairan. Hasil pengamatan suhu di perairan Ngembah menunjukkan rata-rata suhu yaitu 31 °C, Banyu Urip yaitu 31,67 °C dan Kenjeran yaitu 32,33 °C (Tabel 5). Kisaran suhu di ketiga perairan tersebut masih baik bagi kehidupan kerang hijau. Menurut Suryanto dan Utojo (2002), bahwa kisaran suhu optimum untuk mendukung kehidupan bivalvia antara 28-32 °C. Sedangkan menurut Asikin (1982), bahwa suhu yang sesuai untuk pertumbuhan kerang hijau berkisar antara 27-32 °C. Menurut Kep. Men.LH No.51 Tahun 2004 suhu untuk kehidupan biota air laut berkisar antara 28-30 °C.

Perbedaan suhu di suatu perairan adalah hal yang alami. Suhu air laut di lapisan permukaan ditentukan oleh pemanasan matahari yang intensitasnya berubah terhadap waktu, oleh karena itu suhu air laut akan seirama dengan perubahan intensitas penyinaran matahari (Makmur *et al.*, 2013). Perubahan suhu dapat mempengaruhi sifat fisika, kimia dan biologi perairan serta dapat mempengaruhi metabolisme biota perairan (Effendi, 2003). Suhu perairan yang tinggi dapat menyebabkan kelarutan logam berat semakin tinggi dan meningkatkan toksisitas logam berat Hg (Wardhana, 2004). Meningkatnya suhu perairan mengakibatkan meningkatnya kerja respirasi dari organisme dan akan mengakibatkan meningkatnya logam berat yang terakumulasi pada organisme melalui respirasi (Hutagalung, 1984). Oleh sebab itu dengan meningkatnya suhu perairan, maka kehidupan organisme di dalamnya juga terpengaruh dan pada kondisi ekstrim dapat menyebabkan kematian.

4.3.2 Salinitas

Hasil pengamatan salinitas di perairan Ngembah menunjukkan konsentrasi rata-rata salinitas yaitu 26 ppt, kemudian Banyu Urip yaitu 26,67 dan Kenjeran yaitu 25 ppt (Tabel 5). Salinitas yang ada di ketiga perairan tersebut berada di bawah baku mutu. Menurut Kep. Men.LH No.51 Tahun 2004 bahwa salinitas untuk menunjang kehidupan biota air laut berkisar antara 27-33 ppt. Rendahnya salinitas di ketiga perairan tersebut diduga karena lokasi tersebut relatif dekat dengan daratan dan masih dipengaruhi dari adanya masukan air tawar dari sungai di sekitar habitat kerang hijau tersebut. Seperti yang dikatakan oleh Nontji (2007), bahwa sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai. Sementara menurut Cappenberg (2008) dalam Wardani, *et al.* (2014) bahwa salinitas paling optimal untuk pertumbuhan kerang (bivalvia) yaitu 21-33 ppt. Kisaran salinitas di ketiga perairan

tersebut masih dapat ditoleransi dan menunjang untuk pertumbuhan bivalvia, termasuk kerang hijau.

Konsentrasi salinitas di perairan dapat mempengaruhi organisme, selain itu salinitas juga dapat mempengaruhi logam berat di perairan. Kerang hijau mampu mentolerir fluktuais salinitas yang lebar, namun perubahan salinitas dapat mempengaruhi toksisitas logam berat. Menurut Bryan (1976), penurunan salinitas dapat menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Besar kecilnya kelarutan logam berat di perairan disebabkan oleh salinitas, semakin besar salinitas di perairan maka kelarutan logam berat di perairan akan semakin kecil. Selain itu bila terjadi penurunan salinitas maka tingkat bioakumulasi logam berat semaki besar (Wardani *et al.*, 2014).

4.3.3 Dissolved Oxygen (DO)

Berdasarkan pengamatan oksigen terlarut atau DO didapatkan hasil yaitu, di perairan Ngemboh rata-rata DO sebesar 7,22 mg/l, Banyu Urip sebesar 4,2 mg/l dan Kenjeran sebesar 5,867 mg/l (Tabel 5). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata oksigen terlarut di perairan Banyu Urip dan Kenjeran relatif rendah. Rendahnya oksigen terlarut di perairan Banyu Urip diduga karena pada saat pengukuran oksigen terlarut, kondisi suhu perairan cukup tinggi. Menurut Juliana (2007), semakin tinggi suhu semakin berkurang kelarutan oksigen. Sementara perairan Kenjeran diduga karena adanya masukan bahan organik yang di akibatkan dari limbah kegiatan antropogenik di sekitar kedua perairan tersebut. Menurut Simanjuntak (2012), kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan. Sementara perairan Ngemboh didapatkan rata-rata oksigen terlarut yang tinggi, hal ini diduga karena pada saat pengamatan terjadi pergerakan arus yang cukup kuat sehingga menyebabkan tingginya nilai oksigen terlarut yang terukur. Menurut Simanjuntak

(2012), arus atau pergerakan air dapat mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut di perairan. Menurut Kep. Men.LH No.51 Tahun 2004 bahwa konsentrasi oksigen terlarut atau DO untuk menunjang kehidupan biota air laut yaitu >5 mg/l. Sehingga oksigen terlarut di perairan Ngemboh dan Kenjeran berada di atas baku mutu dan perairan Banyu Urip berada di bawah baku mutu. Namun secara umum kondisi oksigen terlarut di ketiga perairan tersebut masih baik untuk bivalvia. Seperti yang disampaikan oleh Simanjuntak (2012), bahwa kadar oksigen terlarut untuk kehidupan kerang hijau dan tiram berkisar antara 3-8 mg/l.

Keberadaan oksigen terlarut tidak hanya berpengaruh terhadap organisme, selain itu oksigen terlarut di perairan juga berpengaruh terhadap toksisitas logam berat. Sehingga diharapkan di perairan >5 mg/l agar tingkat toksisitas logam berat di perairan tidak tinggi. Menurut Wahyuni, *et al.* (2013) semakin rendah kadar oksigen terlarut maka semakin tinggi toksisitas logam berat, begitu juga sebaliknya.

4.3.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan. Hasil pengukuran pH di perairan Ngemboh didapatkan rata-rata pH sebesar 8,07, Banyu Urip sebesar 8,5 dan Kenjeran sebesar 7,98 (Tabel 5). Secara keseluruhan rata-rata pH di ketiga perairan tersebut masih sesuai dengan baku mutu dan baik untuk kehidupan kerang hijau. Menurut Kep. Men.LH No.51 Tahun 2004 bahwa konsentrasi pH untuk menunjang kehidupan biota air laut berkisar antara 7-8,5. Menurut Suwondo, *et al.* (2012) kisaran pH air yang mendukung kehidupan bivalvia berkisar antara 6-9.

Derajat keasaman (pH) akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan, dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah,

sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Menurut Williams dalam Bangun (2005), menyatakan bahwa sebagian besar material-material yang bersifat racun akan meningkat toksisitasnya pada kondisi pH rendah. Selain itu pH juga mempengaruhi akumulasi logam berat kepada biota air. Menurut Sitorus (2011), menyatakan bahwa pH air rendah maka logam berat semakin larut dalam air (bentuk ion) sehingga semakin mudah masuk ke dalam tubuh hewan air, baik melalui insang, bahan makanan maupun difusi.

4.3.5 Total Organic Matter (TOM)

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh rata-rata kadar bahan organik total di perairan Ngemboh sebesar 26,963 mg/l, Banyu Urip sebesar 14,325 mg/l dan Kenjeran sebesar 31,178 mg/l (Tabel 5). Kadar bahan organik total yang tertinggi yaitu di perairan Kenjeran, hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut banyak masukan limbah antropogenik yang dibuang langsung ke perairan. Menurut Effendi (2003), konsentrasi bahan organik total di perairan adalah ≥ 20 mg/l.

Konsentrasi bahan organik di air laut bervariasi, pada umumnya konsentrasi sangat tinggi pada daerah pesisir dan muara sungai (Supriyadi, 2002). Bahan organik sangat berpengaruh terhadap konsentrasi logam berat di suatu perairan. Menurut Maslukah (2006), konsentrasi bahan organik di perairan mempengaruhi proses adsorpsi, absorpsi dan desorpsi logam berat. Menurut Suseno (2007), bahan organik yang tinggi juga meningkatkan toksistas dari merkuri (Hg) di perairan terutama metil merkuri, dan menyebabkan banyaknya metil merkuri yang terakumulasi pada organisme akuatik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian “Analisis Konsentrasi Logam Berat Merkuri pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran” didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Konsentrasi rata-rata logam berat Hg pada insang di perairan Ngemboh sebesar 0,185 ppm, Banyu Urip sebesar 0,146 ppm dan Kenjeran 0,279 ppm. Rata-rata konsentrasi logam berat Hg pada lambung di perairan Ngemboh sebesar 0,136 ppm, Banyu Urip sebesar 0,204 ppm dan Kenjeran sebesar 0,223 ppm. Rata-rata konsentrasi logam berat Hg pada otot di perairan Ngemboh sebesar 0,102 ppm, Banyu Urip sebesar 0,06 ppm dan Kenjeran sebesar 0,134 ppm.
2. Terdapat perbedaan nyata konsentrasi logam berat Hg antara insang, lambung dan otot.
3. Terdapat perbedaan nyata konsentrasi logam berat Hg pada insang, lambung dan otot di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisa konsentrasi logam berat Hg pada organ kerang hijau lainnya, seperti ginjal dan hati.
2. Perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian terhadap pencemaran logam berat Hg di perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel. P. D. 1989. Water Pollution Biology. Ellis Horwood Limited. Cichester, England. 223 hlm.
- Aisikin. 1982. Kerang Hijau. PT.Penebar Swadaya. Jakarta. 41 hlm.
- Amriani, B. H dan Agus Hadiyanto. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Darah (*Anadara granosa* L.) dan Kerang Bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. **9 (2)**: 45-50
- Apriadi, D. 2005. Kandungan Logam Berat Hg, Pb, dan Cr pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).
- Arikunto, S. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Rineka Cipta. Jakarta. 134 hlm.
- Aslam, Muhammad. 2012. Produksi Bisus Kerang Hijau *Perna viridis* sebagai Biomarker untuk Mendeteksi Pencemaran Logam Pb dan Cd. Skripsi. Universitas Hasanudin. Makassar. (tidak diterbitkan).
- Asminar dan Dahlan, Hadijaya. 2000. Analisis Komposisi Logam Panduan ALMg₂ Produk Tuang dengan Metode AAS. *URANIA*. **1**: 21-22.
- Badjoeri, Muhammad dan Zarkasyi, Hafidh. 2010. Isolasi dan Seleksi Bakteri Bioremoval Logam Berat Merkuri. Prosiding Seminar Nasional Limnologi V. Limnologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. hlm. 542-555.
- Bangun, J. M. 2005. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium dalam Air, Sedimen dan Organ Tubuh Ikan Sokang (*Triacanthus nieuhoffi*) di Perairan Ancol, Teluk Jakarta. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak dipublikasikan).
- BAPPEDA JATIM. 2015. Buku Data Dinamis Provinsi Jawa Timur. Surabaya.
- Basalmah, L. 2006. Kandungan Logam berat Hg, Cd, Dan Pb dalam Air dan Ikan di Perairan Ujung Pangkah, Jawa Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).
- Bella, N. L. dan Hiliker, A. 2003. Mercury in the Environment. *The Traprock*. **2**: 33-36.

Bryan. G. W. 1976. Heavy Metal Contamination in the Sea. Academic Press. London. p 185-302.

Budiawan. 2013. Bioakumulasi Metil Merkuri oleh *Perna viridis* dan *Anadara indica* Melalui Jalur Pakan. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. **16 (2)**.

Clark, R. B. 1986. Marine Pollution. Claredon Press. Oxford.

Connell. D. W dan J. M. Gregory. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan oleh Yanti Koestoer. 1995. UI Press. Jakarta. 520 hlm.

Cordova. M. R., N. P. Zamani dan Yulianda, Fredinan. 2011. Akumulasi Logam Berat pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Moluska Indonesia*. **2 (1)**: 1-8.

Darmono.1995. Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup. UI Press. Jakarta.

Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubunganya dengan Toksikologi Senyawa Logam. UI Press. Jakarta.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius: Yogyakarta.

El-Moselhy. K. H. M. 2006. Bioaccumulation of Mercury in Some Marine Organisms from Lake Timsah and Bitter Lakes (Suez Canal, Egypt). *Egyptian Journal of Aquatic Research*. **32 (1)**: 124-134.

EPA. 1986. Enviromental Protection Agency : Quality Criteria for Water. Washington Dc.

Erlangga. 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Eshmat, M. E. 2013. Analisa Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L) di Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Skripsi. Universitas Airlangga. Surabaya. (tidak diterbitkan).

Fauziah. A. R., B. S. Rahardja dan Cahyoko, Yudi. 2012. Korelasi Ukuran Kerang Darah (*Anadora granosa*) dengan Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) di Muara Sungai Ketingan, Sidoarjo, Jawa Timur. *Journal of Marine and Coastal Science*. **1 (1)**: 34-44.

Fergusson. J. E. 1990. The Heavy Elements : Chemistry, Environmental impact and Health Effects. Pergamon Press. New Zealand. 614 p.

- Fernanda, L. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr), dan Kadmium (Cd), pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) dan Sifat Fraksionansinya pada Sedimen Laut. Skripsi. FMIPA Universitas Indonesia. Jakarta. (tidak diterbitkan).
- Fitriati, Mufidah. 2004. Bioakumulasi Logam Raksa (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) yang Dibudidaya di Perairan Pesisir Kamal dan Cilincing Jakarta. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).
- Hamsiah. 2000. Peranan Keong Bakau (*Telescopium telescopium*) sebagai Biofilter Limbah Budidaya Tambak Udang Intensif. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).
- Harahap, S. 1991. Tingkat Pencemaran Air Kali Cakug Ditinjau dari Sifat Fisikokimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Makro Bentos. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan)
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan Widigdo, B. 1992. Limnologi Metode Kualitas Air. IPBPress. Bogor.
- Hidayah, A. M., Purwanto dan T. R. Soeprbowati. 2014. Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *BIOMA*. **16** (1): 1-9.
- Hutagalung, H. P. 1984. Logam Berat dalam Lingkungan Laut. Pewarta Oseana. Jakarta.
- Hutagalung, H. P. 2001. Mercury and Cadmium Content in Green Mussel, *Mytilus viridis* L, from Onrust Waters, Jakarta Bay Creator. *Bull. Env. Cont. And Tox.* **42** (6): 814-820.
- Hutagalung, H. P dan Razak, H. 1981. Kandungan Logam Berat dalam Beberapa Perairan Laut Indonesia, dalam Kondisi Pesisir dan Laut Indonesia. Puslitbang Oceano Lipi. Jakarta.
- Irnidayanti, Y. 2015. Toxicity and Traces of Hg, Pb and Cd in the Hepatopankreas, Gills and Muscles of *Perna viridis* from Jakarta Bay, Indonesia. *Pakistan Journal of Biological Sciences.* **18** (2): 94-98.
- Lasut, M. T. 2009. Proses Bioakumulasi dan Biotransfer Merkuri (Hg) pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol. *Jurnal Matematika dan Sains.* **14** (3).

Lu, F. C. Toksikologi Dasar : Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Terjemahan oleh Edi Nugroho. 1995. Edisi Kedua. UI Press. Jakarta. 419 hlm.

Juliana. 2007. Kelimpahan Zooplankton Serta Hubungannya dengan Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Pantai Indah Kapuk, Kapuk Muara, Perairan Teluk Jakarta. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Kurniawan, R., Yoswaty, D. Nedi, S. 2013. Analisis Bakteri Pembentuk Histamin pada Ikan Tongkol di Perairan Pasie Nan Tigo Koto Tengah Padang Sumatera Utara. *Jurnal Perikanan*. **1**.

Kusuma, Inggar. 2014. Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, dan Hg pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Pesisir Kabupaten Tangerang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Makmur, Resky., Emiyanti dan L. O. A. Afu. 2013. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen di Kawasan Mangrove Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. **2 (6)**: 47-58.

Marzuki. 1989. Metodologi Riset. BPFE-UII. Yogyakarta. 129 hlm.

Maslukah, Lilik. 2006. Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Pola Sebaranya di Muara Banjir Kanal Barat, Semarang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Misbahuddin dan I. Hasan. 2013. Analisis Data Penelitian dengan Statistik. Bumi Aksara. Jakarta.

Moriber, G. 1974. Enviromental Science. Allyn and Bacon. Inc. USA.

Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir dan Laut. Pradnya Paramita. Jakarta. 332 hlm.

Mukono, H. J. 2010. Toksikologi Lingkungan. Airlangga University Press. Surabaya. 318 hlm.

Mulyawan, Iwan. 2005. Korelasi Kandungan Logam Berat Hg, Pb, Cd dan Cr pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Murtini, J. T dan Peranginangin, Rosmawaty. 2006. Kandungan Logam Berat pada Kerang Kepah (*Meritix meritix*) dan Air Laut di Perairan Banjarmasin. *Jurnal Perikanan*. **8 (2)**: 177-184.

Nazir, Mohammad. 2003. Metode Penelitian. Ghalia Indonesi. Jakarta. 542 hlm.

Nisurahmah, Andini. 2014. Kandungan Logam Berat (Hg, Cd, Pb, Cu) pada Ikan Barakuda *Sphyaena jello* (Cuvier, 1829) di Perairan Pesisir Kabupaten Tangerang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Nontji, A. 2007. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan: Jakarta.

Notoatmojo, S. 2010. Metodologi Penelitian Kesehatan. Rineka Cipta. Jakarta.

Nurrachmi, I., Amin, B dan Nudi, M. 2011. Bioakumulasi Logam Cd, Cu, Pb dan Zn pada Beberapa Bagian Tubuh Ikan Gulama (*Sciaena russelli*) dari Perairan Dumai, Riau. *Maspari Journal*. **2** : 1-10.

Nurjanah. E. Y. 2005. Laju Filtrasi Kerang Hijau (*Perna viridis* L) terhadap Fitoplankton *Nannochloropsis* sp. pada Kondisi Terang dan Gelap. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Nybakken. J. W. 1998. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia. Jakarta.

Ortiz, V. L. 2013. An Examination of Marine Snow as a Pathway for Mercury Uptake in the Blue Mussel *Mytilus edulis*. Thesis. University of Connecticut. South Africa. (tidak diterbitkan).

Palar, H. 2012. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 159 hlm.

Rachmansyah. 1997. Akumulasi Logam Berat (Pb) dalam Tubuh Udang Windu, *Penaeus monodon* pada Kondisi Salinitas dan Ukuran Individu yang Berbeda. Laporan Hasil Penelitian Perikanan Pantai. Balai Penelitian Air Payau, Maros.

Raftopoulou, E. K dan V. K. Dimitriadis. 2011. Comparative Study of the Accumulation and Detoxification of Cu (Essential Metal) and Hg (Nonessential Metal) in the Digestive Gland and Gills of Mussels *Mytilus galloprovincialis*, Using Analytical and Histochemical Techniques. *Chemosphere*. **83** : 1155-1165.

Rahayu, A. 2014. Analisis Risiko Kadmium dalam Kerang Darah pada Masyarakat di Wilayah Pesisir Kota Makassar. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar. (tidak diterbitkan).

Razak, H. 1986. Kandungan Logam Berat di Perairan Ujung Watu dan Jepara. *Oseanologi di Indonesia*. **21** : 1-20.

Rochyatun, E., Letari dan Rozak, A. 2005. Kualitas Lingkungan Perairan Banten dan Sekitarnya Ditinjau dari Kondisi Logam Berat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. **38** : 23-46.

Rochyatun, E dan Rozak, A. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains*. **11 (1)** : 28-36.

Rohman, A. 2007. Kimia Farmasi Analisis. PT. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.

Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg Pada Air dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Seixas, Sonia., Bustamante, Paco dan Pierce, Graham. 2005. Accumulation of Mercury in the Tissues of the Common Octopus *Octopus vulgaris* (L.) in Two Localities in the Portuguese Coast. *Science of the Total Environment*. **340** : 113-122.

Setyobudiandi, I. 2000. Sumberdaya Hayati Moluska Kerang Mytilidae. IPBPress. Bogor.

Simanjuntak, M. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **4 (2)** : 290-303.

Sudarmaji., H. J. Mukono dan Corie, I. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. **2 (2)** : 129-142.

Sumetriani, Made. 2009. Efektifitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Legenidium* sp. Penyebab Penyakit pada Abalon (*Halotis asinia*). Tesis. Universitas Udayana. Bali. (tidak diterbitkan).

Sanusi. H. S., Syamsu, S dan Sadjirun, S. 1984. Kandungan dan Distribusi Logam Berat pada Berbagai Komoditi Ikan Laut yang Disalurkan Lewat TPI Pasar Ikan, Jakarta. *Jurnal Perikanan*.

Simanjuntak, Marojahan. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol 4. No. 2 : 290-303.

Sitorus, Hasan. 2011. Analisis Beberapa Parameter Lingkungan Perairan yang Mempengaruhi Akumulasi Logam Berat Timbal dalam Tubuh Kerang Darah di Perairan Pesisir Timur Sumatera Utara. *VISI*. **19 (1)** : 374-385.

- Suaniti, N. M. 2007. Pengaruh EDTA dalam Pembentukan Kandungan Timbal dan Tembaga Pada Kerang Hijau (*Mytilus viridis*). *Ecotrophic*. **2 (1)** : 1-7.
- Sunuko. H. R., Sumantri, I dan Budiono. 1994. Kadar Logam Berat di Perairan Muara Banjir Kanal Timur Kotamadya Semarang. Prosiding Seminar Pemantauan Pencemaran Laut. Puslitbang-LIPI. Jakarta
- Supriyadi, D. S. 2002. Kondisi Perairan Muara Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak siterbitkan).
- Suryanto dan Utojo. 2002. Pertumbuhan Tiram pada Penyebaran yang Berbeda-beda. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*.
- Susana, T. 2009. Tingkat keasaman (pH) dan oksigen terlarut sebagai indikator kualitas perairan sekitar muara sungai cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. **5 (2)** : 33-39.
- Suseno, Heny. 2011. Bioakumulasi Merkuri dan Metil Merkuri Oleh *Oreochromis mossambicus* Menggunakan Aplikasi Perunut Radioaktif : Pengaruh Konsentrasi, Salinitas, Partikulat, Ukuran Ikan dan Kontribusi Jalur Pakan. Disertasi. Universitas Indonesia. Depok. (tidak diterbitkan).
- Suseno, Heny., Hudiyo, Sumi., Budiawan dan D. S. Wisnubroto. 2010. Bioakumulasi Merkuri Anorganik dan Metil Merkuri Oleh *Oreochromis mossambicus* : Pengaruh Konsentrasi Merkuri Anorganik dan Metil Merkuri dalam Air. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. **13 (1)**.
- Suseno, Heny dan S. M. Panggabean. 2007. Merkuri : Spesiasi dan Bioakumulasi Pada Biota Laut. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. **10 (1)**. 66-78 hlm.
- Suyatama, N. E dan Nurtama, Budi. 2012. Multiple Comparison Test. IPBPress. Bogor.
- Sya'ban, Ali. 2005. Teknik Analisa Data Penelitian. Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka. Jakarta
- Taftazani, Agus. 2007. Distribusi Konsentrasi Logam Berat Hg dan Cr pada Sampel Lingkungan Perairan Surabaya. Prosiding PPI-PDIPTN. Yogyakarta
- Tangio, J. S. 2013. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Entropi*. **8 (1)** : 500-506.
- Tarigan, Z. E dan Abdul Rozak. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni dalam Air Laut dan Sedimen di Muara Sungai Membramo,

Papua dalam Kaitannya dengan Kepentingan Budidaya Perikanan. *Makara Sains*. **7 (3)**.

Trilaksani, Wini., R. R. Nitibaskara dan Khudori, Achmad. 1998. Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) pada Kupang Merah (*Musculila senhausia*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. **5**.

Usman, H., dan R. P. S. Akbar. 2008. Pengantar Statistika. PT. Bumi Aksara: Jakarta

Vasanthi, L. A., Revanthi, Peranandam., Arulvasu, Chinnasamy dan Munuswamy, Natesan. 2012. Biomarker of Metal Toxicity and Histology of *Perna viridis* from Ennore Estuary, Chennai, South East Coast of India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. **84** : 92-98.

Wahyuni, M dan Widiyanti, S. 2004. Reduksi Kadar Merkuri pada Kerang Hijau (*Mytilus viridis*) di Teluk Jakarta Melalui Metode Asam serta Pemanfaatannya dalam Metode Kerupuk. Prosiding Seminar Nasional dan Temu Usaha. Universitas Sahid. Jakarta. hlm 206-220.

Wardhana, W. A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Wardani., D. A. Kusuma., N. K. Dewi dan N. R. Utami. 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Unnes J Life Sci*. **3 (1)** : 1-8.

Wulandari, Ari. 2006. Keterkaitan Akumulasi Logam Berat (Hg, Cd dan Pb) dalam Sedimen dan Bioakumulasi pada Beberapa Kerang Laut (*Anadara granosa*, *Trachycardium* sp. dan *Meritix meritix*) di Perairan Ujungpangkah, Jawa Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan)

Warlina, L. 2004. Pencemaran Air, Sumber Dampak dan Penanggulangannya. Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (tidak diterbitkan).

Yap, C. K., Ismail, A., S. G. Tan., Omar, H dan Koyama, J. 2007. Tolerance of High Inorganic Mercury of *Perna viridis* : Laboratory Studies of Its Accumulation, Depuration and Distribution. *Journal Application Science Management*. **11 (3)** : 119-125.

Yulaipi, S dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **2 (2)** : 2337-3520.

Yonvitner dan Sukimin, Sutrisno. 2004. Laju pertumbuhan dan penempelan kerang hijau (*Perna viridis* L). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. **1**.

Zakiah, Umi dan Mulyanto. 1998. Studi Tentang Konsentrasi Merkuri (Hg) dan Hubunganya dengan Kondisi Insang Kerang Bulu (*Anadara maculosa* REEVE) di Perairan Pantai Kenjeran. *Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Teknik (Engineering)*. **10 (1)** : 35-45.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat Penelitian Lapang

No	Parameter	Alat
1	Pengukuran suhu	Thermometer Dekko Lutron
2	Pengukuran DO	DO meter
3	Pengukuran salinitas	Refraktometer Atago Pocket
4	Pengukuran derajat keasaman (pH)	pH meter Atago Pocket
5	Pengambilan HNO ₃ dan bahan lainnya	Pipet tetes
6	Dokumentasi selama penelitian	Kamera digital
7	Wadah sampel air	Botol polietilen
8	Pencatat data saat penelitian	Alat tulis
9	Tempat alat dan bahan	Nampan
10	pengambilan sampel sedimen	Cetok
11	Wadah sementara sampel air, sedimen dan kerang	Coolbox
12	Letak koordinat lokasi sampling	GPS (<i>Global Positioning System</i>)

b. Alat Penelitian Laboratorium

No	Parameter	Alat
1	Pengukuran konsentrasi logam berat Hg di laboratorium	AAS Flame Spectrophotometer Model AA-6800
2	Wadah pereaksi larutan kimia dengan sampel Hg	Erlenmayer Pyrex
3	Pengukuran volume sampel Hg yang akan dilarutkan dan wadah sampel Hg	Labu Ukur 100 mL Pyrex
4	Wadah larutan dan mengukur aquadest di laboratorium	Beaker glass Pyrex
5	Pengukuran massa sampel Hg	Timbangan analitik
6	Wadah larutan sementara pengukur Hg	Gelas Ukur
7	Pemanasan sampel Hg	Hotplate
8	Pengambilan larutan pengukur Hg dalam skala kecil	Pipet tetes
9	Penghalusan sampel Hg sedimen dan kerang	Mortar dan Alu
10	Wadah pemeriksaan hydrometer	Gelas ukur 1000 mL
11	Wadah aquades	<i>Washing bottle</i>
12	Wadah untuk sedimen Hg saat di oven	Loyang
13	Pengeringan sampel Hg sedimen	Oven
14	Pembedahan kerang	<i>Sectio set</i>

c. Bahan Penelitian Lapang

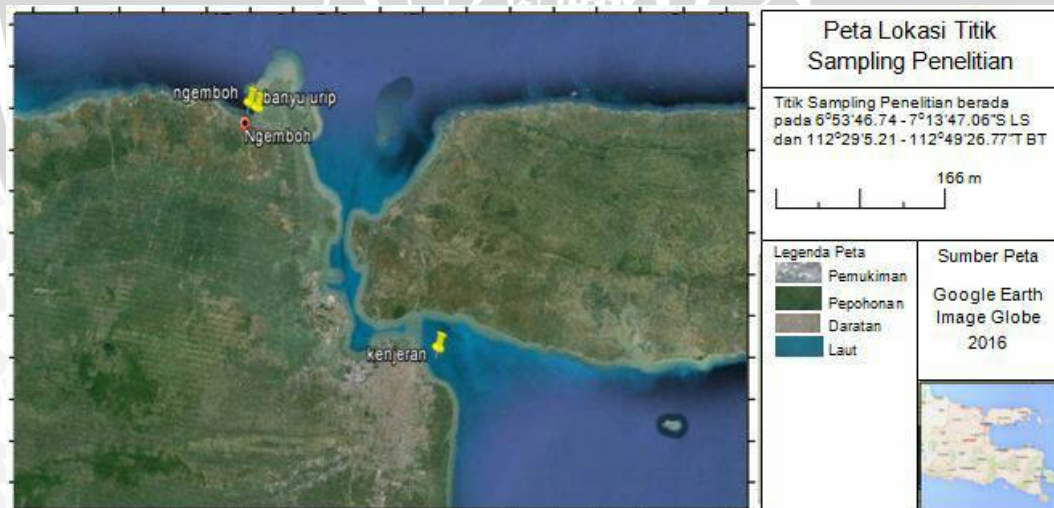
No	Parameter	Bahan
1	Sampel Hg yang akan diuji	Air laut
2	Sampel Hg yang akan diuji	Sedimen
3	Sampel Hg yang akan diuji	Kerang
4	Mengkalibrasi alat sebelum digunakan	Aquades
6	Pengawetan sampel Hg	HNO ₃
7	Membersihkan alat	Tissue
8	Menandai sampel Hg	Kertas label
9	Wadah sampel Hg sedimen dan kerang	Plastik
10	Pengawetan sampel Hg sementara	Es batu

d. Bahan Penelitian Laboratorium

No	Parameter	Bahan
1	Keselamatan kerja di laboratorium	Sarung tangan
2	Keselamatan kerja di laboratorium	Masker
3	Sampel Hg yang akan diuji	Air laut
4	Sampel Hg yang akan diuji	Sedimen
5	Sampel Hg yang akan diuji	Kerang
6	Mengkalibrasi alat sebelum digunakan	Aquades
7	Pengoperasian AAS dalam analisa Hg	Gas AAS

Lampiran 2. Lokasi Penelitian di Perairan Ngemboh, Banyu Urip dan Kenjeran

a. Peta Lokasi Penelitian



b. Peta Perairan Ngembah dan Banyu Urip



c. Peta Perairan Kenjeran



Lampiran 3. Hasil Pengukuran Logam Berat Hg pada Air (ppm)

Lokasi	Air (ppm)			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
Ngembah	0,0107	0,014	0,0083	0,011	0,002861
Banyuurip	0,0083	0,0099	0,0074	0,00853	0,001266
Kenjeran	0,0149	0,0132	0,0173	0,01513	0,002059

Lampiran 4. Hasil Pengukuran Logam Berat Hg pada Sedimen (ppm)

Lokasi	Sedimen (ppm)			Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3		
Ngemboh	0,8598	1,1095	0,9496	0,97296	0,126479
Banyuurip	0,7158	0,6256	0,7696	0,70366	0,040144
Kenjeran	1,6444	1,2683	1,8245	1,57906	0,283797

Lampiran 5. Hasil Pengukuran Logam Berat Hg pada Insang, Lambung dan Otot Kerang Hijau (*Perna viridis* L) (ppm)

Lokasi	Organ	Kerang Hijau			Rata-rata	Standar Deviasi
		1	2	3		
Ngemboh	Insang	0,1916	0,211	0,153	0,1852	0,02952
	Lambung	0,1527	0,1415	0,1147	0,1363	0,01952
	Otot	0,0956	0,1335	0,0764	0,10183	0,02905
Banyuurip	Insang	0,1524	0,1147	0,1719	0,1463	0,02907
	Lambung	0,1912	0,2489	0,1717	0,20393	0,04014
	Otot	0,00765	0,0382	0,0657	0,06013	0,019747
Kenjeran	Insang	0,2857	0,2469	0,3051	0,27923	0,02963
	Lambung	0,2295	0,2482	0,1908	0,22283	0,029274
	Otot	0,1338	0,1144	0,1531	0,13376	0,01935

Lampiran 6. Baku Mutu Logam Berat dalam Sedimen (ppm)

a. Baku Mutu pada Sedimen Menurut IADC/CEDA (1997) dalam Wulandari (2006)

Logam Berat	Simbol	Level target	Level limit	Level tes	Level intervensi	Level bahaya
Merkuri	Hg	0,3	0,5	1,6	10	15
Kadmium	Cd	0,8	2	7,5	12	30
Timbal	Pb	85	530	530	530	1000

Keterangan :

1. Level target : jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai yang lebih kecil dari level target, maka substansi yang ada pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi lingkungan.
2. Level limit : jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen memiliki nilai maksimum yang dapat ditolerir bagi kesehatan manusia maupun ekosistem.
3. Level tes : jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai antara level limit dan level tes, maka dikategorikan sebagai tercemar ringan.

4. Level intervensi : jika konsentrasi kontaminan yang ada pada sedimen berada pada kisaran nilai antara level tes dan level intervensi, maka dikategorikan sebagai tercemar sedang.
5. Level bahaya : jika konsentrasi kontaminan berada pada nilai yang lebih besar dari baku mutu level bahaya, maka harus segera dilakukan pembersihan sedimen.

b. Baku Mutu pada Sedimen Menurut RNO (1981) *dalam* Razak (1986)

Logam Berat	Simbol	Konsentrasi (ppm)
Merkuri	Hg	0,02-0,35
Kadmium	Cd	0,1-2
Timbal	Pb	10-70

Lampiran 7. Baku Mutu Logam Berat dalam Air Laut (ppm)

a. Baku Mutu pada Air Menurut EPA (1976) *dalam* Maslukah (2006)

Logam	Simbol	EPA	
		Akut	Kronis
Timbal	Pb	0,0021	0,000025
Kadmium	Cd	0,0430	0,0093
Merkuri	Hg	0,1400	0,0056

b. Baku Mutu pada Air Menurut Kep. Men.LH No.51 Tahun 2004

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
FISIKA			
1.	Kecerahan ^a	m	coral: >5 mangrove: - lamun: >3
2.	Kebauan	-	alami ³
3.	Kekeruhan ^a	NTU	<5
4.	Padatan tersuspensi total ^b	mg/l	coral: 20 mangrove: 80 lamun: 20
5.	Sampah	-	nihil ¹⁽⁴⁾
6.	Suhu ^c	°C	alami ^{3(c)} coral: 28-30 ^(c) mangrove: 28-32 ^(c) lamun: 28-30 ^(c)
7.	Lapisan minyak ⁵	-	nihil ¹⁽⁵⁾
KIMIA			
1.	pH ^d	-	7 - 8,5 ^(d)
2.	Salinitas ^e	‰	alami ^{3(e)} coral: 33-34 ^(e) mangrove: s/d 34 ^(e) lamun: 33-34 ^(e)
3.	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD ₅	mg/l	20
5.	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO ₄ -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN ⁻)	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik hidrokarbon)	mg/l	0,003
11.	Senyawa Fenol total	mg/l	0,002
12.	PCB total (poliklor bifenil)	µg/l	0,01
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
14.	Minyak & lemak	mg/l	1
15.	Pestisida ^f	µg/l	0,01
16.	TBT (tributil tin) ⁷	µg/l	0,01
Logam terlarut:			
17.	Raksa (Hg)	mg/l	0,001
18.	Kromium heksavalen (Cr(VI))	mg/l	0,005
19.	Arsen (As)	mg/l	0,012

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
20.	Kadmium (Cd)	mg/l	0,001
21.	Tembaga (Cu)	mg/l	0,008
22.	Timbal (Pb)	mg/l	0,008
23.	Seng (Zn)	mg/l	0,05
24.	Nikel (Ni)	mg/l	0,05
BIOLOGI			
1.	Coliform (total) ^a	MPN/100 ml	1000 ³
2.	Patogen	sel/100 ml	nihil ¹
3.	Plankton	sel/100 ml	tidak bloom ⁶
RADIO NUKLIDA			
1.	Komposisi yang tidak diketahui	Bq/l	4

Catatan:

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan)
2. Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional.
3. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
4. Pengamatan oleh manusia (*visual*).
5. Pengamatan oleh manusia (*visual*). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (*thin layer*) dengan ketebalan 0,01mm
6. Tidak bloom adalah tidak terjadi pertumbuhan yang berlebihan yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Pertumbuhan plankton yang berlebihan dipengaruhi oleh nutrisi, cahaya, suhu, kecepatan arus, dan kestabilan plankton itu sendiri.
7. TBT adalah zat *antifouling* yang biasanya terdapat pada cat kapal
 - a. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*
 - b. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata2 musiman
 - c. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <2oC dari suhu alami
 - d. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <0,2 satuan pH
 - e. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <5% salinitas rata-rata musiman
 - f. Berbagai jenis pestisida seperti: DDT, Endrin, Endosulfan dan Heptachlor
 - g. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% konsentrasi rata-rata musiman]

Lampiran 8. Hasil Uji Normalitas Insang, Lambung dan Otot

Tests of Normality

Organ		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Logam Hg	Insang	.133	9	.200 [*]	.950	9	.693
	Lambung	.143	9	.200 [*]	.943	9	.610
	Otot	.165	9	.200 [*]	.961	9	.806

a. Lilliefors Significance Correction

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

Lampiran 9. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat pada Insang, Lambung dan Otot

ANOVA

Logam Hg

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.058	2	.029	11.024	.000
Within Groups	.063	24	.003		
Total	.120	26			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Logam Hg
LSD

(I) Organ	(J) Organ	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Insang	Lambung	.015926	.024106	.515	-.03383	.06568
	Otot	.105011*	.024106	.000	.05526	.15476
Lambung	Insang	-.015926	.024106	.515	-.06568	.03383
	Otot	.089086*	.024106	.001	.03933	.13884
Otot	Insang	-.105011*	.024106	.000	-.15476	-.05526
	Lambung	-.089086*	.024106	.001	-.13884	-.03933

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

Lampiran 10. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Insang Antar Lokasi Penelitian

ANOVA

Insang

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.028	2	.014	16.191	.004
Within Groups	.005	6	.001		
Total	.033	8			

Lanjutan lampiran 10.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Insang
LSD

(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Ngemboh	Banyu Urip	.038867	.024016	.157	-.01990	.09763
	Kenjeran	-.094033*	.024016	.008	-.15280	-.03527
Banyu Urip	Ngemboh	-.038867	.024016	.157	-.09763	.01990
	Kenjeran	-.132900*	.024016	.001	-.19167	-.07413
Kenjeran	Ngemboh	.094033*	.024016	.008	.03527	.15280
	Banyu Urip	.132900*	.024016	.001	.07413	.19167

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

Lampiran 11. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Lambung Antar Lokasi Penelitian

ANOVA

Lambung

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.012	2	.006	6.538	.031
Within Groups	.006	6	.001		
Total	.018	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Lambung
LSD

(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Ngemboh	Banyu Urip	-.067710*	.025188	.036	-.12934	-.00608
	Kenjeran	-.086610*	.025188	.014	-.14824	-.02498
Banyu Urip	Ngemboh	.067710*	.025188	.036	.00608	.12934
	Kenjeran	-.018900	.025188	.481	-.08053	.04273
Kenjeran	Ngemboh	.086610*	.025188	.014	.02498	.14824
	Banyu Urip	.018900	.025188	.481	-.04273	.08053

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

Lampiran 12. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Berat Hg pada Otot Antar Lokasi Penelitian

ANOVA

Otot

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.008	2	.004	7.628	.022
Within Groups	.003	6	.001		
Total	.011	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Otot
LSD

(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Ngemboh	Banyu Urip	.041700	.018907	.070	-.00456	.08796
	Kenjeran	-.031933	.018907	.142	-.07820	.01433
Banyu Urip	Ngemboh	-.041700	.018907	.070	-.08796	.00456
	Kenjeran	-.073633*	.018907	.008	-.11990	-.02737
Kenjeran	Ngemboh	.031933	.018907	.142	-.01433	.07820
	Banyu Urip	.073633*	.018907	.008	.02737	.11990

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

Lampiran 13. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Hg pada Air

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Konsentrasi Hg Air	.161	9	.200*	.934	9	.523

a. Lilliefors Significance Correction

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

ANOVA

Konsentrasi Hg Air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000	2	.000	7.131	.026
Within Groups	.000	6	.000		
Total	.000	8			

Lanjutan Lampiran 13.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Konsentrasi Hg Air
LSD

(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Ngemboh	Banyu Urip	.002467	.001766	.212	-.00185	.00679
	Kenjeran	-.004133	.001766	.058	-.00845	.00019
Banyu Urip	Ngemboh	-.002467	.001766	.212	-.00679	.00185
	Kenjeran	-.006600*	.001766	.010	-.01092	-.00228
Kenjeran	Ngemboh	.004133	.001766	.058	-.00019	.00845
	Banyu Urip	.006600*	.001766	.010	.00228	.01092

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

Lampiran 14. Hasil Uji Perbedaan Konsentrasi Logam Hg pada Sedimen

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Konsentrasi Hg Sedimen	.182	9	.200*	.905	9	.281

a. Lilliefors Significance Correction

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

ANOVA

Konsentrasi Hg Sedimen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.206	2	.603	17.768	.003
Within Groups	.204	6	.034		
Total	1.410	8			

Lanjutan Lampiran 14.

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Konsentrasi Hg Sedimen
LSD

(I) Lokasi	(J) Lokasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Ngemboh	Banyu Urip	.269300	.150431	.124	-.09879	.63739
	Kenjeran	-.606100*	.150431	.007	-.97419	-.23801
Banyu Urip	Ngemboh	-.269300	.150431	.124	-.63739	.09879
	Kenjeran	-.875400*	.150431	.001	-1.24349	-.50731
Kenjeran	Ngemboh	.606100*	.150431	.007	.23801	.97419
	Banyu Urip	.875400*	.150431	.001	.50731	1.24349

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

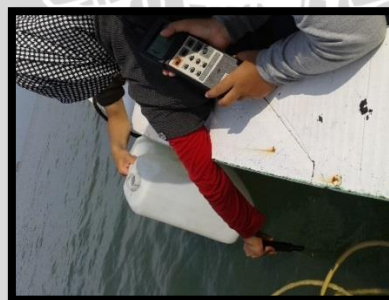
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian



Sampling Kerang Hijau



Pembedahan Kerang Hijau



Pengukuran Kualitas Air