

**ANALISIS HISTOPATOLOGI INSANG DAN LAMBUNG TIRAM *Crassostrea glomerata* DI PANTAI**

**SKRIPSI**

Oleh :

**DEVI RENITA LISTYANINGRUM  
NIM. 145080101111074**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN FAKULTAS  
PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

**ANALISIS HISTOPATOLOGI INSANG DAN LAMBUNG TIRAM *Crassostrea glomerata* DI PANTAI**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**DEVI RENITA LISTYANINGRUM  
NIM. 145080101111074**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**

SKRIPSI

ANALISIS HISTOPATOLOGI INSANG DAN LAMBUNG TIRAM *Crassostrea glomerata* DI PANTAI

Oleh:  
DEVI RENITA LISTYANINGRUM  
NIM. 145080101111074

Telah dipertahankan didepan penguji  
pada tanggal 31 Mei 2018  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,  
Ketua Jurusan

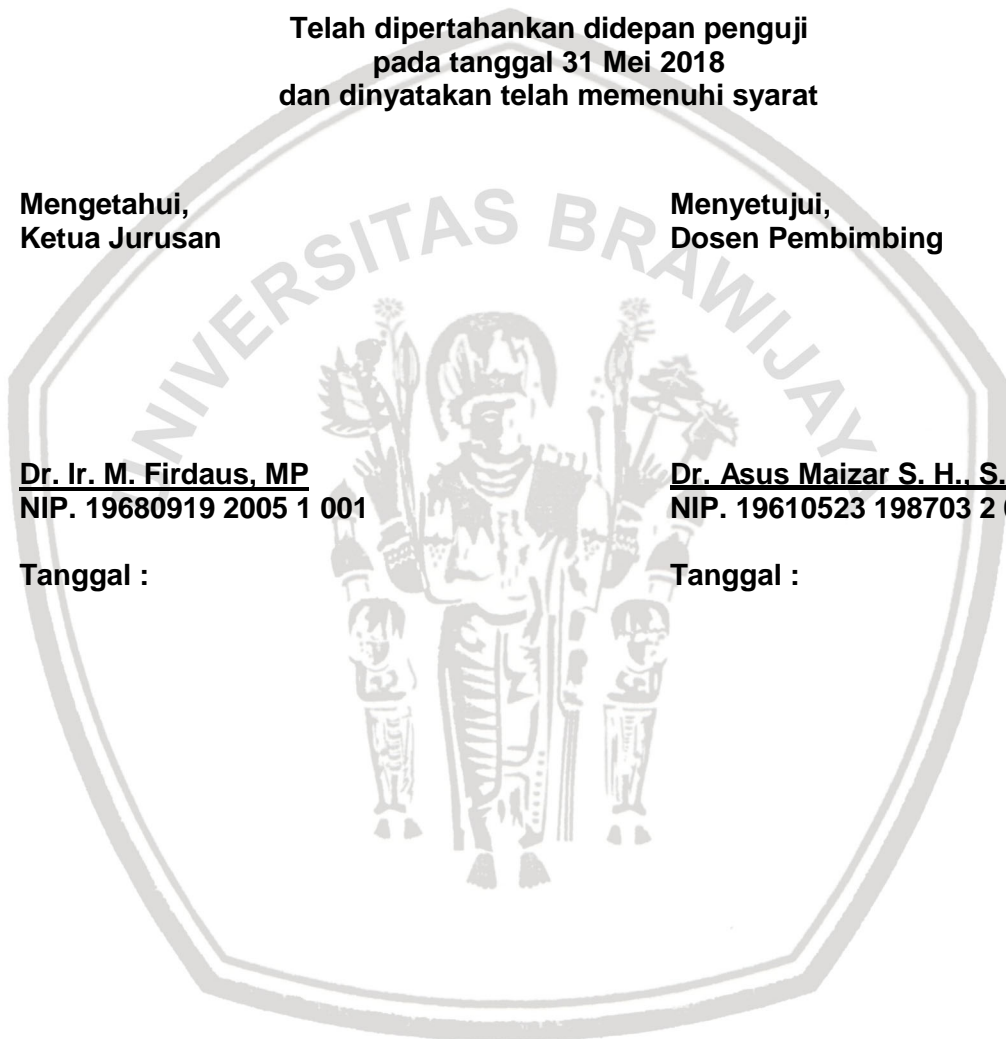
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. M. Firdaus, MP  
NIP. 19680919 2005 1 001

Dr. Agus Maizar S. H., S.Pi, MP  
NIP. 19610523 198703 2 003

Tanggal :

Tanggal :



## LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS HISTOPATOLOGI INSANG DAN LAMBUNG TIRAM *Crassostrea glomerata* DI PANTAI**

Nama : Devi Renita Listyaningrum

NIM : 145080101111074

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING

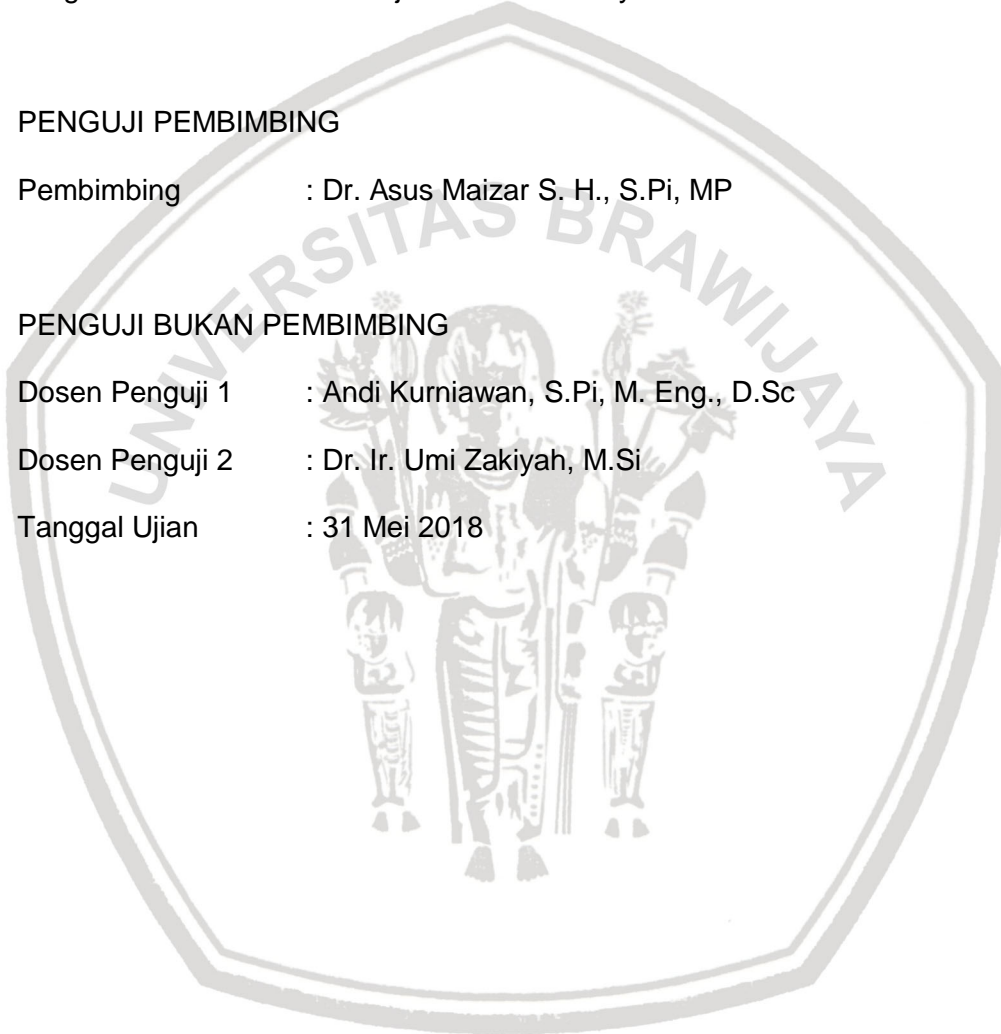
Pembimbing : Dr. Asus Maizar S. H., S.Pi, MP

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Andi Kurniawan, S.Pi, M. Eng., D.Sc

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

Tanggal Ujian : 31 Mei 2018



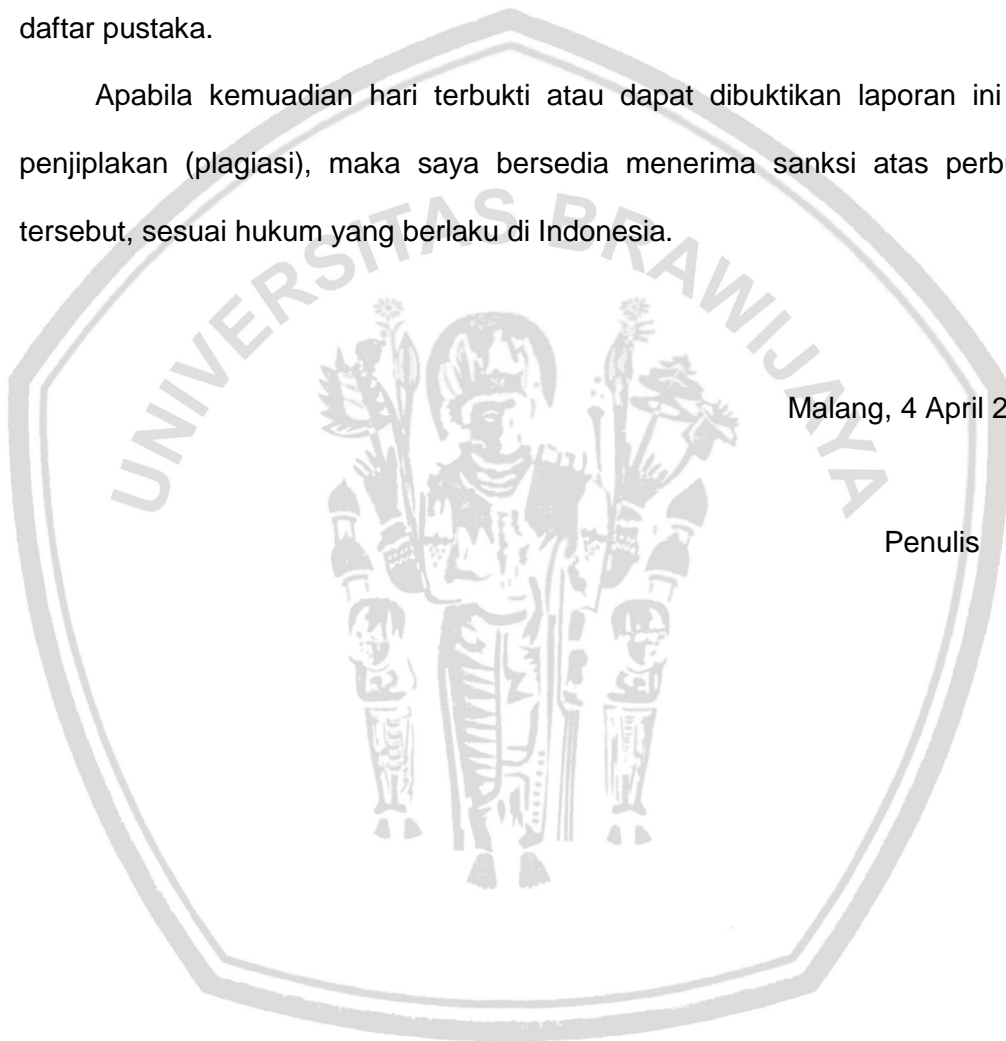
## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 4 April 2018

Penulis



## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar. Tak lupa pula penulis mengirimkan salam dan sholawat kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang membawa umat Islam ke jalan yang diridhoi Allah SWT. Terwujudnya skripsi ini tak lepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Orang tuaku terhebat didunia ini Bapak Katiman, Ibuk Narmi, Mama Istrini dan kakak-kakak ku tersayang Wahyu, Pipit, serta adek-adekku tercinta Indras, Aldo, Agam yang pantang menyerah memberikan do'a, pengorbanan, cinta dan kasih sayang, serta support hingga detik ini.
2. Bapak Dr. Asus maizar S.H., S. Pi, MP atas kesediaan waktu, tenaga dan pemikirannya untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penulis hingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Micho yang tiada henti memberikan semangat dan, saran dan nasihat yg dia berikan membuat saya sadar agar berusaha lebih keras lagi.
4. Mbak Yuni dan Sisca sahabat dari dulu yang selalu setia mendengarkan curhatanku.
5. Widya, Nana dan Reza sebagai sahabat yang paling setia bersama-sama dalam suka maupun duka, selalu support tiada henti kalian terbaik.
6. Tim Sukses Pak Asus Hokya Hokye atas kerjasamanya gomawo gaes.

Malang, 4 April 2018

Penulis

vi

## RINGKASAN

**DEVI RENITA L.** Analisis Histopatologi Insang dan Lambung Tiram *Crassostrea glomerata* Di Pantai (di bawah bimbingan **Dr. Asus Maizar S.H., S. Pi, MP**)

Wilayah perairan kerap mendapat tekanan ekologis berupa pencemar dan kerusakan lingkungan yang bersumber dari aktifitas manusia, yang memiliki fungsi seperti transportasi, industri, agribisnis, pariwisata, dan kawasan pemukiman. Bahan pencemar yang terakumulasi secara langsung ataupun tidak langsung akan berpengaruh pada kualitas air. Tiram *Crassostrea glomerata* salah satu jenis tiram yang hidup di pantai dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat setempat, padahal baik secara langsung maupun tidak langsung, terkena dampak dari bahan pencemar yang berada ditempat tersebut. Mengingat tiram *Crassostrea glomerata* yang sudah tercemar namun belum ada informasi mengenai hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap kandungan bahan tercemar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi kualitas air di wilayah perairan pantai, untuk menganalisis gambaran histopatologi dari hasil mikroskop anatomi struktur organ insang dan lambung *Crassostrea glomerata* yang diteliti.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan teknik survei. Penentuan sampel pada penelitian ini terdiri atas 3 stasiun yang berbeda yaitu stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3. Pengambilan sampel tiram dilakukan di 3 lokasi, yaitu sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan sub stasiun 3 yang berdekatan dengan pemukiman penduduk dan aktifitas lainnya, dengan pengulangan pengambilan sampel sebanyak 3 tiram pada tiap stasiun pengamatan. Tiram yang telah dikumpulkan dari lokasi penelitian lalu di beri aerasi dalam wadah dan selanjutnya dibedah untuk diambil jaringan insang dan lambung, kemudian dianalisis mikroskop anatomi insang dan lambung menggunakan metode histopatologi yang dilakukan di Lab. PA (Patologi dan Anatomi) Fakultas Kedokteran, dianalisis kualitas air dan kadar logam berat Pb, Cd dan Hg insang dan lambung tiram di Lab. Kimia Analitik Fakultas MIPA untuk pengamatan kualitas air yang terdiri dari suhu, pH, DO, Ammonia, Fenol, dan logam berat terdiri dari Pb, Cd, Hg.

Hasil pengukuran histopatologi pada insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* di pantai pada sub stasiun 1 pantai 1 insang sebesar 28,6%. Pada sub stasiun 1 lambung sebesar 20,4%. Pada sub stasiun 2 pantai 2 insang sebesar 19,2%. Pada sub stasiun 2 lambung sebesar 15,1%. Pada sub stasiun 3 pantai 3 insang sebesar 16,3%, Pada stasiun 3 lambung sebesar 16,3%. Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan didapatkan hasil suhu pada stasiun 1 berkisar 28,2-28,8°C, stasiun 2 berkisar 28,9°C-29,5°C dan stasiun 3 berkisar 28,9°C-29,3°C. Pengukuran pH pada stasiun 1 berkisar 7,8-8,3, stasiun 2 berkisar 8,2-8,3, dan stasiun 3 berkisar 8,3-8,4. Pengukuran DO pada stasiun 1 berkisar 6,0-7,9 ppm, stasiun 2 berkisar 6,1-7,9 ppm dan stasiun 3 berkisar 6,3-7,5 ppm. Pengukuran Ammonia pada stasiun 1 berkisar 0,98-1,99 ppm, stasiun 2 berkisar 0,87-1,34 ppm, stasiun 3 berkisar 0,94-1,85 ppm. Pengukuran Fenol pada stasiun 1 berkisar 0,0085-0,0269 ppm, stasiun 2 berkisar 0,0229-0,0247, stasiun 3 berkisar 0,0093-0,0223 ppm. Hasil pengukuran logam berat Pb pada stasiun 1 berkisar 0,0017-0,0080 ppm stasiun 2 berkisar 0,0026-0,0105 ppm, dan stasiun 3 berkisar 0,0019-0,0088 ppm. Pengukuran Cd pada stasiun 1 berkisar 0,0012-0,0030 ppm, stasiun 2 berkisar 0,0015-0,0041 ppm, stasiun 3 berkisar 0,0011-0,0038 ppm. Pengukuran Hg pada stasiun 1 berkisar 0,0017-

0,0051 ppm, stasiun 2 berkisar 0,0015-0,0049 ppm, stasiun 3 berkisar 0,0020-0,0054 ppm.

Berdasarkan histopatologi pada insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* yang terletak pada 3 lokasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi kualitas air di wilayah perairan pantai untuk suhu, ph, DO dan logam berat pb, cd masih dalam kondisi aman, sedangkan untuk ammonia, fenol dan logam berat hg diatas baku mutu air laut. Dari ke-3 stasiun kerusakan yang diamati yaitu hiperplasia, nekrosis, vakuolasis, dan atropi. Dari pemeriksaan anatomi jaringan tiram *Crassostrea glomerata* persentase kerusakan semuanya dalam kategori ringan-sedang.

Hasil evaluasi kualitas air beberapa sudah menunjukkan diambang batas. Diharapkan pemerintah secara teratur survey atau memonitoring kualitas perairan dan tetap menjaga kebersihan disekitar pantai agar tidak melebihi ambang batas. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan jangka waktu yang panjang.





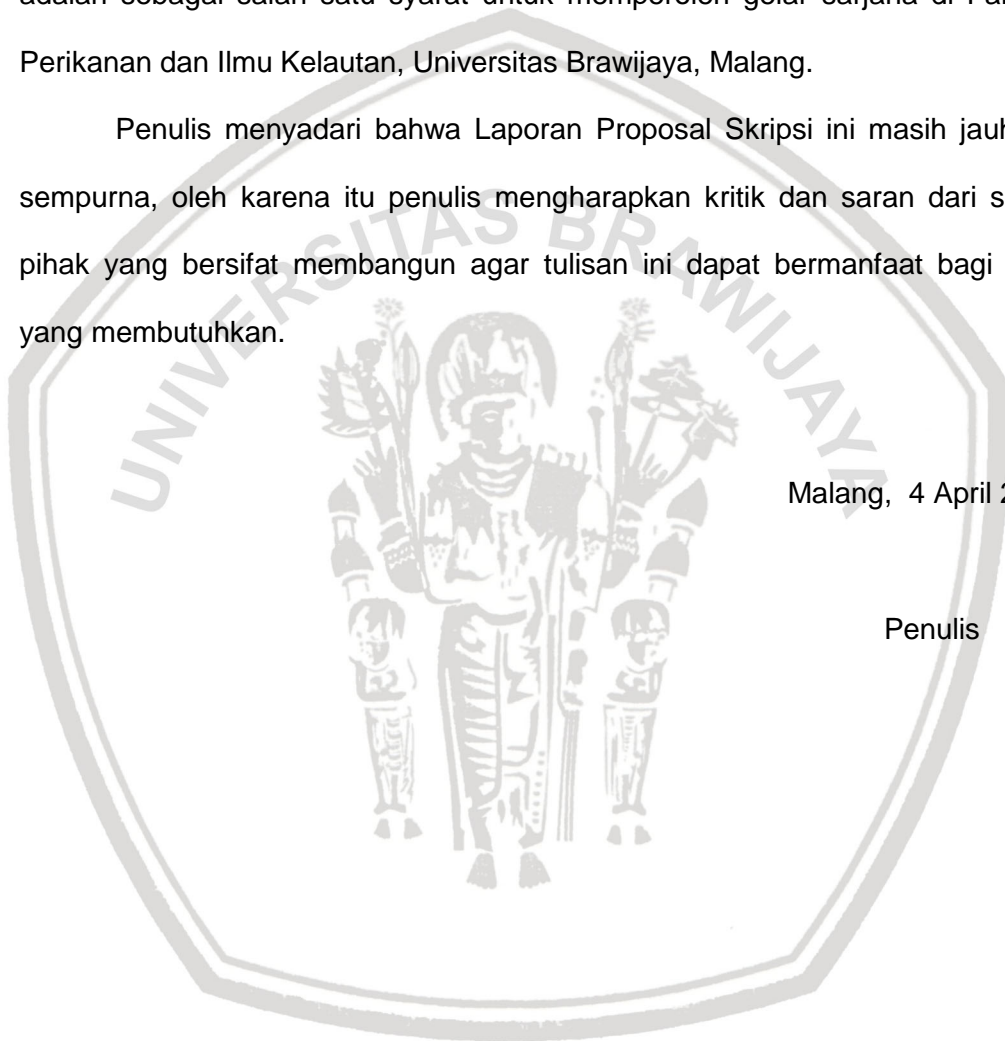
## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas kelimpahan rahmat dan hidayahnya-Mu penulis dapat menyajikan Laporan Skripsi yang berjudul “**ANALISIS HISTOPATOLOGI INSANG DAN LAMBUNG TIRAM *Crassostrea glomerata* DI PANTAI**”. Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

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

Malang, 4 April 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI .....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
RINGKASAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	2
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian .....	3
1.5 Waktu dan Tempat.....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Tiram.....	4
2.1.1 Biologi Tiram .....	4
2.1.2 Klasifikasi <i>Crassostrea glomerata</i> .....	5
2.1.3 Morfologi Tiram.....	5
2.1.4 Anatomi Tiram .....	7
2.1.5 Habitat dan Kebiasaan Makan .....	8
2.2 Logam Berat.....	9
2.2.1 Timbal (Pb).....	10
2.2.2 Kadmium (Cd) .....	11
2.2.3 Merkuri (Hg) .....	12
2.2.4 Mekanisme Penyerapan Logam oleh Tiram.....	14
2.3 Histopatologi .....	16
2.4 Pengukuran Kualitas Air.....	17
2.6.1 Suhu.....	17
2.6.2 pH .....	18

2.6.3 Oksigen Terlarut.....	18
2.6.4 Amonia.....	19
2.6.3 Fenol.....	20
<b>3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Materi Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Metode Penelitian.....	21
3.4 Tahapan Penelitian .....	22
3.4.1 Penentuan Stasiun Penelitian .....	22
3.4.2 Pengambilan Sampel Tiram <i>Crassostrea glomerata</i> .....	23
3.4.3 Pengukuran sampel tiram <i>Crassostrea glomerata</i> .....	24
3.4.4 Preparasi sampel.....	24
3.4.5 Pembuatan Irisan Jaringan.....	25
3.4.6 Analisa histopatologi.....	27
3.5 Pengukuran Kualitas Air .....	28
3.5.1 Suhu.....	28
3.5.2 pH .....	29
3.5.3 Oksigen Terlarut.....	29
3.5.4 Amonia .....	29
3.5.5 Fenol.....	30
3.6 Analisis Logam Pb, Cd, Hg.....	30
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Kondisi Umum Stasiun 1 .....	32
4.1.1 Sub Stasiun 1 .....	33
4.1.2 Sub Stasiun 2 .....	34
4.1.3 Sub Stasiun 3 .....	34
4.2 Kondisi umum Stasiun 2.....	35
4.2.1 Sub Stasiun 1 .....	36
4.2.2 Sub Stasiun 2.....	36
4.2.3 Sub Stasiun 3.....	37
4.3 Kondisi umum Stasiun 3.....	38
4.3.1 Sub Stasiun 1 .....	39
4.3.2 Sub Stasiun 2 .....	40
4.3.3 Sub Stasiun 3 .....	40
4.4 Histologi Tiram <i>Crassostrea glomerata</i> di Pantai.....	42
4.4.1 Hasil Prosentase Kerusakan <i>Crassostrea glomerata</i> .....	42
4.4.2 Pantai 1 .....	43
4.4.3 Pantai 2 .....	47
4.4.4 Pantai 3 .....	51
4.5 Parameter Kualitas Air .....	55
4.5.1 Suhu.....	56
4.5.2 pH .....	57
4.5.3 Oksigen Terlarut.....	58
4.5.3 Amonia.....	59
4.5.3 Fenol .....	60
4.5 Logam Berat.....	62
4.5.1 Pb.....	62
4.5.2 Cd .....	63
4.5.3 Hg .....	63

**5. KESIMPULAN DAN SARAN..... 65**  
5.1 Kesimpulan ..... 65  
5.2 saran ..... 65

**DAFTAR PUSTAKA..... 66**

**LAMPIRAN..... 71**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Crassostrea glomerata</i> .....	5
2. Sub Stasiun 1 .....	33
3. Sub Stasiun 2 .....	34
4. Sub Stasiun 3 .....	35
5. Sub Stasiun 1 .....	37
6. Sub Stasiun 2 .....	37
7. Sub Stasiun 3 .....	38
8. Sub Stasiun 1 .....	40
9. Sub Stasiun 2 .....	40
10. Sub Stasiun 3 .....	41
11. Grafik Persentase Kerusakan Insang dan lambung Tiram .....	42
12. Gambar insang tiram <i>Crassostrea glomerata</i> pada skala 200 $\mu$ m .....	44
13. Gambar lambung tiram <i>Crassostrea glomerata</i> pada skala 200 $\mu$ m.....	46
14. Gambar insang tiram <i>Crassostrea glomerata</i> pada skala 200 $\mu$ m.....	48
15. Gambar lambung tiram <i>Crassostrea glomerata</i> pada skala 200 $\mu$ m.....	50
16. Gambar insang tiram <i>Crassostrea glomerata</i> pada skala 200 $\mu$ m.....	52
17. Gambar lambung tiram <i>Crassostrea glomerata</i> pada skala 200 $\mu$ m.....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Pengukuran Kualitas Air.....	55
2. Hasil Pengukuran Logam Berat .....	56
3. Kerusakan Insang.....	76
4. Kerusakan Lambung.....	76



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	71
2. Peta Lokasi Penelitian.....	73
3. Dokumentasi.....	75
4. Hasil Perhitungan Kerusakan Jaringan Tiram <i>Crassostrea glomerata</i> .....	76



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wilayah perairan kerap mendapat tekanan ekologis berupa pencemar dan kerusakan lingkungan yang bersumber dari aktifitas manusia, yang memiliki fungsi seperti transportasi, industri, agribisnis, pariwisata, dan kawasan pemukiman. Bahan pencemar yang terakumulasi secara langsung ataupun tidak langsung akan berpengaruh pada kualitas air. Menurut Dahuri (1996), akumulasi limbah yang terjadi disebabkan oleh sering terjadinya pencemaran, baik yang berasal dari kegiatan di daratan maupun aktivitas di perairan itu sendiri. Kegiatan didarat berupa buangan limbah industri atau sampah-sampah dari masyarakat sekitar pantai, sedangkan kegiatan di perairan berupa tumpahan minyak, buangan proses di kapal, buangan industri ke laut, proses pengeboran minyak di laut, emisi transportasi laut dan buangan pestisida dari perairan. Kondisi seperti itu disinyalir juga terjadi di pantai.

Tiram merupakan salah satu sumberdaya laut yang dapat dijumpai di Indonesia. Menurut Lovatelli (1998), *Crassostrea sp.* mempunyai nilai ekonomis penting di Asia Pasifik dan telah dibudidayakan secara komersial di Thailand, Malaysia, Filipina, China, Singapura, Jepang dan Australia. Komposisi dagingnya terdiri dari 10,60% protein, 2,10% lemak dan 85,80% air (Danakusumah, 1979). Tiram tumbuh menempel pada substrat keras di pantai. Selama ini tiram dikumpulkan dari alam dan dimanfaatkan untuk konsumsi atau lauk pauk. Kekerangan dan tiram merupakan organisme penyaring makanan (*filter feeder*), hidup menetap (*sessile*), dan mempunyai sifat mengakumulasi bahan-bahan pencemar ke dalam jaringan tubuh atau biofilter sehingga biota ini sering digunakan sebagai hewan uji dalam pemantauan tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut (Hutagalung, 1991).



Selanjutnya dilakukan pengamatan kerusakan jaringan dengan menggunakan metode Histopatologi dan pewarnaan *Hematoksilin-Eosin (HE)*. Histopatologi adalah cabang biologi yang mempelajari kondisi dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit. Histopatologi dapat dilakukan dengan mengambil sampel jaringan atau dengan mengamati jaringan setelah kematian terjadi. Dengan membandingkan kondisi jaringan sehat terhadap jaringan sampel dapat diketahui apakah suatu penyakit yang diduga benar-benar menyerang atau tidak. Analisis Histopatologi dapat digunakan sebagai biomarker untuk mengetahui kondisi kesehatan tiram melalui perubahan struktur yang terjadi pada organ-organ yang menjadi sasaran utama dari bahan pencemar seperti insang, hati, ginjal, dan sebagainya (Setyowati *et al.*, 2010).

Tiram *Crassostrea glomerata* salah satu jenis tiram yang hidup di pantai Selatan Jawa Timur dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat setempat, padahal baik secara langsung maupun tidak langsung, terkena dampak dari bahan pencemar yang berada ditempat tersebut. Mengingat tiram *Crassostrea glomerata* yang sudah tercemar namun belum ada informasi mengenai hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap kandungan bahan tercemar. Penelitian ini akan membahas mengenai perubahan struktur organ insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* oleh bahan pencemar yang dihasilkan dari berbagai macam aktivitas masyarakat dan kemudian diidentifikasi dengan menggunakan metode histopatologi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan studi pendahuluan di 3 pantai, dapat diketahui bahwa di sekitar daerah tersebut terdapat berbagai aktivitas manusia seperti perikanan, pemukiman dan kegiatan lainnya di sekitarnya yang dapat menyebabkan

penurunan kualitas air yang ada di perairan tersebut. Berdasarkan uraian diatas dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

Bagaimana perubahan struktur organ insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* dilihat dari kualitas air terhadap bahan pencemar yang dihasilkan dari berbagai macam aktivitas masyarakat di sekitar wilayah pantai dengan menggunakan metode histopatologi?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian skripsi adalah :

1. Menganalisis kondisi kualitas air di wilayah perairan pantai.
2. Menganalisis gambaran histopatologi dari hasil mikroanatomi struktur organ insang dan lambung *Crassostrea glomerata* yang diteliti.

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang histologi organ insang dan lambung tiram *crassostrea glomerata* pada ketiga lokasi penelitian yaitu wilayah pantai sehingga dapat dijadikan sebagai sumber informasi atau dengan adanya pencemaran dapat digunakan untuk proses evaluasi lingkungan perairan.

### 1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2018 – Februari 2018 di 3 pantai yaitu pantai. Pembuatan preparat dan *scanning dot slide* mikroskop di Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran. Analisis kualitas air dan logam berat dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tiram

#### 2.1.1 Biologi Tiram

Tiram merupakan kelompok moluska dari kelas Bilvalvia yang hidup di habitat air payau yang biasa dikonsumsi masyarakat. Spesies ini hidup di daerah muara yang menempel pada akar-akar bakau, tiang-tiang Dermaga dan berbagai objek batu-batu karang mati di dasar perairan. Tiram berumah dua, cangkang atas lebih kecil dibanding cangkang bawah. Bentuk tiram agak memanjang dan cekung. Salah satu spesies tiram yang terdapat di perairan Indonesia adalah *Crassostrea glomerata* (Santoso, 2010).

Beberapa jenis tiram ini umumnya dikonsumsi seperti dimasak atau dimakan mentah oleh manusia sebagai makanan yang lezat. Tiram merupakan sumber nutrisi yang sangat baik karena di dalamnya mengandung zinc, zat besi, kalsium, selenium, serta vitamin A dan vitamin B. Tiram tersebar luas, beberapa jenis diantaranya telah berhasil dibudidayakan yang terdiri dari marga *Ostrea* yang berbentuk pipih dan marga *Crassostrea* yang berbentuk seperti piala. Tiram adalah anggota keluarga Ostreidae. Keluarga ini termasuk tiram dapat dimakan, yang terutama berasal dari genera *Ostrea*, *Crassostrea*, *Ostreola*, dan *Saccostrea*. Contohnya termasuk tiram belon, tiram timur, Olympia tiram, tiram pasifik, dan tiram batu Sydney (Meglitsch, 1972).

Tiram juga merupakan organisme penyaring makanan (*filter feeder*) yang memakan partikel dan materi organik, serta makhluk hidup yang tersuspensi di perairan. Terkait dengan mekanisme *filter feeder*, tiram mengambil air laut kemudian masuk ke dalam tubuhnya melalui inhalant siphon, lalu aliran air laut akan berlanjut menuju labial palp dimana pada bagian tersebut akan melalui beberapa proses penyaringan dengan cilia yang terletak disekitar mulut. Partikel

makanan yang berukuran kecil akan lolos masuk ke mulut, sementara yang berukuran besar akan dikeluarkan kembali melalui enhalant siphon dalam bentuk *pseudofeces* (Pechenik, 2005).

### 2.1.2 Klasifikasi *Crassostrea glomerata*

Berikut ini adalah klasifikasi dari tiram *Crassostrea glomerata* menurut Born (1778) :

- Kingdom: Animalia
- Phylum : Mollusca
- Class : Bivalvia
- Order : Ostreoida
- Family : Ostreidae
- Genus : *Crassostrea*
- Species : *Crassostrea glomerata*



**Gambar 1.** *Crassostrea glomerata* (a) tampilan lambung (b) tampilan insang (Honan, 2017).

### 2.1.3 Morfologi tiram

Menurut Razak (2002), Bivalvia adalah kelas dalam moluska yang mencakup semua kerangkerangan, memiliki sepasang cangkang (nama "Bivalvia" berarti dua cangkang). Nama lainnya adalah Lamelli branchia, Pelecypoda, atau Bivalva. Ke dalam kelompok ini termasuk berbagai Kerang, Kupang, Remis, Kijing, Lokan, Simping, Tiram, serta Kima; meskipun variasi di

dalam Bivalvia sebenarnya sangat luas. Permukaan cangkang tiram memiliki (katup) kiri menonjol dengan bagian dalamnya terdapat *nodulose* yang lebar. Pada permukaan cangkangnya ini, tiram berbentuk tidak sama dan beberapa bagian meruncing tajam. Sedangkan pada ototnya digunakan sebagai alat gerak untuk bergerak. Kerang juga memiliki kaki seperti mata kapak yang di gunakan untuk berjalan di lumpul atau pasir.

Kerang jenis ini memiliki cangkang yang keras (padat) dengan sisi yang tidak beraturan. Bentuknya yang bervariasi dapat menempel pada substrat yang keras. Bagian substratum dan biotopenya berbentuk melingkar/oval dengan garis tidak teratur. Selain itu bagian radialnya berdidinding kuat dan berduri, memiliki bentuk cangkang yang lebih besar pada cangkang atas dan cembung pada bagian 11 umbo. Sedangkan pada bagian dalamnya memiliki engsel dan ligamen internal yang berfungsi sebagai tempat melekatnya otot, ginjal dan pallial. Selain bagian morfologi, hewan ini memiliki warna luar tubuh ungu kecokelatan dengan bagian dalam berwarna putih dan memiliki zona ungu-hitam dipinggirnya. Ukurannya dapat mencapai 40-60 mm (Born, 1778).

Tiram memiliki morfologi bentuk cangkang yang tidak beraturan, kulit tebal, dan tidak simetris (Nateewathana, 1995). Spesies *Crassostrea sp.* hidup berkelompok dan saling menempel satu sama lain serta melekat pada akar mangrove. Ukuran maksimum tiram sebesar 4 cm, tetapi dapat mencapai 6-8 cm. Tiram memiliki daging yang rendah kalori dan mengandung kalsium serta vitamin A (Izwandy 2006). Menurut Delmendo (1989), nilai kandungan gizi tiram yaitu energi 78 Kcal, protein 9,7 g, lemak 1,8 g, gula 5,0 g, kalsium 55 mg, besi 3,6 g, vitamin A 55 IU, vitamin B1 0,16 mg, vitamin B2 0,32 mg, vitamin C 4 mg.

#### 2.1.4 Anatomi

Secara umum kekerangan atau tiram merupakan kelompok hewan tidak bertulang belakang (invertebrata) dan bentuknya mudah untuk dikenali. Sebagian besar dicirikan dengan adanya cangkang yang melindungi tubuhnya dan hanya sebagian kecil jenis yang tidak bercangkang. Cangkang merupakan alat pelindung diri, terdiri atas lapisan karbonat (*crystalline calcium carbonate*), dipisahkan oleh lapisan tipis (lembaran) protein di antara cangkang dan bagian tubuh (otot dan daging) (Hughes, 1986).

Tiram adalah organisme yang biasanya ditemui pada substrat yang keras seperti batu dan akar kayu paya bakau. Oleh karena itu, tiram terpaksa bergantung kepada pergerakan dan arus air untuk memperoleh sumber makanan. Insang tiram memainkan peranan yang sangat penting dalam siklus hidup tiram. Tiram menggunakan insang untuk menapis air yang masuk ke dalam cangkang. Insang tiram berfungsi sebagai penapis makanan, dan insang pada tiram juga merupakan organ pernafasan bagi tiram. Bagian mantel tiram dipenuhi dengan aliran darah yang akan mengekstrak kandungan oksigen terlarut yang terkandung di dalam air dan seterusnya membuang kandungan karbondioksida yang ada pada tiram tersebut (McNevin, 2007).

Bentuk tiram *Crassostrea glomerata* beragam dan bervariasi, bentuknya kadang-kadang hampir bundar atau lonjong dan bahkan kira-kira oval, sering juga memiliki garis tubuh yang tidak teratur. Di Mediterania, tiram dapat tumbuh hingga mencapai ukuran 4-6 cm (1,6-4 inc), tetapi dapat mencapai ukuran dua kali lipat pada tiram yang tumbuh di Samudra Pasifik. Bagian cangkangnya keras dan padat dengan bagian umbo yang agak cembung. Bagian otot oduktor tunggalnya besar dan menghubungkan satu cangkang dengan cangkang lain sehingga seperti engsel yang membuka dan menutup cangkang (Gofas, 2012).

### 2.1.5 Habitat dan Kebiasaan Makan

Tiram adalah organisme yang hidup diperairan laut dengan kedalaman 1 sampai 15 meter (49 kaki), dan biasanya ditemukan diantara rumput laut, di dinding-dinding pelabuhan, tiang dan struktur bawah laut lainnya. Tiram hidup sebagai *filter feeder* yang dapat memompa air melalui insang dan memakan fitoplankton. Diperairan tercemar logam berat, tiram dapat menjadi organisme yang mampu mengakumulasi secara langsung senyawa logam berat tersebut. Tiram biasanya hidup di batu atau cabang akar mangrove bahkan kadang juga tumbuh pada Gastropoda yang lebih besar (Gofas, 2012).

Tiram jenis *Crassostrea glomerata* hidup di perairan payau memiliki kebiasaan makan sebagai *feeding filter* yaitu menyaring makanannya berupa plankton dan nutrisi dengan mengibaskan bulu getarnya, sehingga makanan dapat dengan mudah diserap. Kebiasaan makan ini mengakibatkan tiram juga menjadi salah satu organisme yang mampu mengakumulasi bahan-bahan kimia dalam jaringan tubuhnya, oleh karena itu tiram sebagai penyaring makanan dapat membawa sebagian nutrisi termasuk ion Fe ke dalam tubuhnya (Pantjara *et al.*, 2010).

Menurut Dame (1996), faktor ketersediaan makanan (fitoplankton, zooplankton, zat organik tersuspensi) dan habitat ikut berpengaruh dalam menunjang kelangsungan hidup serta pertumbuhan bivalvia. Dengan tata letak secara horizontal dan vertikal tidak menghambat tiram dalam penyaringan makanan. Bivalvia mendapatkan makanan dengan filtrasi menggunakan siphon demi menghindari kompetisi makanan sesama spesies (Nurdin *et al.*, 2008). Dalam upaya mempertahankan kelangsungan hidupnya, makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan dan cenderung untuk memilih kondisi lingkungan serta tipe habitat yang terbaik untuk tetap tumbuh dan berkembangbiak.

## 2.2 Logam Berat

Logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih besar dari 5 gr/cm<sup>3</sup>, mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan terdapat di bagian tengah daftar periodik. Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak atau dapat ditempa, mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi dengan asam. (Connel dan Miller, 1995).

Logam berat dibagi menjadi dua jenis yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial adalah logam yang sangat dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah tertentu, namun bila dalam jumlah berlebihan, logam tersebut dapat menimbulkan efek toksik. Contohnya yaitu Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain-lain. Logam non esensial adalah logam yang keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik. Contohnya yaitu Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain (Widowati *et al.*, 2008).

Logam berat yang masuk ke badan perairan dari berbagai macam kegiatan baik secara langsung menggunakan logam berat tersebut dalam kegiatannya maupun merupakan hasil sampingan dari aktivitas tersebut sangat berbeda-beda, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Masuknya bahan pencemar berupa kandungan logam berat sangat merugikan bagi kehidupan. Unsur Logam berat seperti Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, dan Zn biasanya erat kaitannya dengan masalah pencemaran dan toksisitas. Logam berat secara alami ditemukan pada batu-batuan alami, sehingga logam berat secara normal merupakan unsur dari tanah, sedimen, air dan organisme hidup. Pencemaran terjadi bila konsentrasinya telah melebihi batas normal (Erlangga, 2011).

Logam-logam berat yang berbahaya yang sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), khromium (Cr),



dan nikel (Ni). Logam-logam berat tersebut diketahui dapat terakumulasi di dalam tubuh suatu mikroorganisme, dan jika logam berat tersebut tinggal dalam jangka waktu lama akan berubah menjadi racun. Peristiwa yang menggemparkan dan dipublikasikan secara luas adalah pencemaran akibat logam berat yaitu pencemaran merkuri (Hg) yang menyebabkan Minamata disease di teluk Minamata, Jepang dan pencemaran kadmium (Cd) yang menyebabkan Itai-itai disease di sepanjang sungai Jinzo di Pulau Honsyu, Jepang (Supriyanto, 2007).

### 2.2.1 Timbal (Pb)

Timbal atau timah hitam atau Plumbum (Pb) adalah salah satu bahan pencemar utama saat ini di lingkungan. Penyebab sumber utama timbal adalah karena adanya buangan gas kendaraan bermotor. Selain itu timbal juga terdapat dalam limbah cair industri yang ada pada proses produksi dengan menggunakan timbal, seperti industri pembuatan baterai, industri cat, dan industri keramik. Timbal digunakan sebagai bahan aditif pada bahan bakar kendaraan, khususnya bensin di mana bahan ini dapat memperbaiki mutu bakar. Bahan ini sebagai anti *knocking* (anti letup), pencegah korosi, anti oksidan, anti pengembunan dan zat pewarna (Naria, 2005).

Status tingkat pencemaran logam berat di perairan ditentukan menurut petunjuk baku mutu logam berat Pb pada air berdasarkan ketetapan KMNLH No. 51 Tahun 2004 yaitu 0,008 ppm. Standar baku mutu cemaran logam berat Pb untuk kehidupan organisme laut (*Bivalvia*) ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 tahun 2009 BSN, dengan batas maksimum dalam pangan kekerangan (*Bivalvia*) sebesar 1,5 mg/kg.

Pencemaran Pb diperairan laut dapat menyebabkan terganggunya aktivitas pada biota laut, gangguan yang paling sering terjadi karena bahan pencemar ini yaitu terganggunya susunan sistem saraf biota, dapat terjadi berupa ataxia,

keseimbangan renang menjadi berkurang, dan apabila menempel pada insang bisa menyebabkan kematian. Selain itu, bahan pencemar Pb juga dapat menyebabkan aktivitas ginjal menjadi terganggu sehingga dapat mengakibatkan timbulnya *aminoaciduria* dan *glukosaria*, yang pada akhirnya pertumbuhan biota diperairan menjadi terhambat (Rompas, 2010).

### 2.2.2 Kadmium (Cd)

Kadmium memiliki sifat yang lentur, memiliki titik lebur rendah tahan terhadap tekanan serta dapat dimanfaatkan untuk pencampur logam lainnya seperti seperti nikel, perak, tembaga, dan besi. Senyawa kadmium juga digunakan bahan kimia, bahan fotografi, pembuatan tabung tv, cat, karet, sabun, kembang api, percetakan tekstil dan pigmen untuk gelas dan email gigi (Jensen *et al.*, 1981). Kadmium ditemukan di dasar kulit bumi atau hasil letusan gunung vulkanik. Selain itu cadmium dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, baik disengaja maupun tidak disengaja. Contoh penggunaan bahan bakar, kebakaran hutan, limbah industri maupun penggunaan pupuk dan pestisida (Agustina, 2010).

Sebagian besar kadmium berasal dari kerak bumi, setelah memasuki lingkungan terutama melalui tanah, hal tersebut ditemukan dalam pupuk dan pestisida. Sekitar setengah dari kadmium dilepaskan ke sungai melalui pelapukan batuan dan beberapa kadmium dilepaskan ke udara melalui kebakaran hutan dan gunung berapi. Kadmium mempunyai titik didih rendah dan mudah terkonsentrasi ketika memasuki atmosfer. Kadmium dilepaskan melalui aktifitas manusia, baik disengaja maupun tidak disengaja. Air juga dapat tercemar apabila dimasuki oleh sedimen dan limbah pertambangan mengandung Cd, sementara ketika bercampur dengan asap akan membentuk pencemaran terhadap udara yang dapat merusak kesehatan (Herman, 2006).

Secara luas kadmium telah banyak digunakan oleh perusahaan industri seperti industri minyak pelumas, baterai, pelapisan logam, bahan bakar dan pewarnaan. Bahan bakar dan minyak pelumas mengandung Cd sampai 0,5 ppm, batu bara mengandung Cd sampai 2 ppm, pupuk superpospat juga mengandung Cd bahkan ada yang sampai 170 ppm. Limbah cair dari industri dan pembuangan minyak pelumas bekas yang mengandung Cd masuk ke dalam perairan laut serta sisa-sisa pembakaran bahan bakar yang terlepas ke atmosfer akan jatuh dan selanjutnya masuk ke laut. Konsentrasi Cd pada air laut yang tidak tercemar adalah kurang dari 1 mg/l atau kurang dari 1 mg/kg sedimen laut (Agustina, 2010).

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang paling banyak ditemukan pada lingkungan khususnya lingkungan perairan, serta memiliki efek toksik yang tinggi bahkan pada konsentrasi yang rendah (Almeida, 2009). Kadmium diketahui memiliki waktu paruh yang panjang dalam tubuh organisme hidup (Patrick, 2003). Kadmium dapat terakumulasi ke dalam tubuh kerang darah karena sifat dari kerang yang *filter feeder* (menyaring makanan) dan menetap (*sessil*) sehingga dapat dengan mudah terjadi akumulasi unsur-unsur kimia yang terlarut di dalam air pada tiram *Crassostrea glomerata*, seperti pada kasus tahun 1930-an di Jepang yang mendirikan pabrik di pantai Minimata untuk memproduksi vinil klorida dan formaldehida yang menyebabkan munculnya kasus pencemaran logam berat Cd akibat dari buangan pabrik sehingga menimbulkan penyakit yang terkenal dengan nama penyakit itai-itai (Nybakken, 2005).

### 2.2.3 Merkuri (Hg)

Logam merkuri (Hg) adalah salah satu *trace element* yang mempunyai sifat cair pada temperatur ruang dengan *spesifik gravity* dan daya hantar listrik yang tinggi. Karena sifat tersebut, merkuri banyak digunakan baik dalam

kegiatan perindustrian maupun laboratorium. Logam berat merkuri (Hg) merupakan cairan yang berwarna putih keperakan. Hg akan menguap apabila dipanaskan sampai suhu 357°C. Logam ini banyak tertimbun di daerah penambangan dengan konsentrasi 0,08 mg/kg. Hg lebih banyak digunakan dalam bentuk logam murni dan organik (Sudarmaji *et al.*, 2006).

Kadar merkuri yang tinggi pada perairan umumnya diakibatkan oleh buangan industri (*Industrial wastes*) dan akibat sampingan dari penggunaan senyawa-senyawa merkuri dibidang pertanian. Merkuri dapat berada dalam bentuk metal, senyawa-senyawa anorganik dan senyawa organik. Terdapatnya merkuri di perairan dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu pertama oleh kegiatan perindustrian seperti pabrik cat, kertas, peralatan listrik, *chlorine* dan coustic soda, kedua oleh alam itu sendiri melalui proses pelapukan batuan dan peletusan gunung berapi (Budiono, 2003).

Salah satu penyebab keracunan merkuri nonorganik adalah dapat mengakibatkan terganggunya fungsi ginjal dan hati. Disamping itu akan mengganggu sistem enzim dan mekanisma sintetik apabila berupa ikatan dengan kelompok sulfur di dalam protein dan enzim. Merkuri (Hg) organik dari jenis metil-merkuri dapat memasuki placenta dan merusak janin pada wanita hamil, mengganggu saluran darah ke otak serta menyebabkan kerusakan otak. Tercatat sejumlah kejadian tragis yang disebabkan keracunan merkuri (Hg) di negara-negara Jepang, Guatemala, Irak, dan Pakistan (O'Neill, 1994). Kasus keracunan di Minamata, Jepang adalah pencemaran oleh pembuangan limbah industri mengandung metil merkuri ke dalam air danau dan menyebabkan tercemarnya ikan didalamnya. Sejumlah bayi menderita kerusakan otak serius, dipercaya dilahirkan oleh para ibu yang telah mengkonsumsi ikan yang sudah tercemar merkuri. Di Irak, Guatemala, dan Pakistan terjadi kematian ribuan

penduduk karena mengkonsumsi biji-bijian yang telah tercemar metil-merkuri yang berasal dari pembasmi hama serangga (Herman, 2006).

Jenis logam berat air raksa (Hg) tidak termasuk yang dibutuhkan dalam proses metabolisme, peranannya belum diketahui dengan jelas pada makhluk hidup. Mereka merupakan bahan pencemar yang berbahaya akibat dari pembuangan sampah-sampah ke sungai secara berlebihan. Hal ini dapat terjadi melalui tiga cara. Pertama, akibat dari pembuangan sisa industri yang tidak terkontrol. Kedua, berasal dari lumpur minyak yang kadang-kadang juga mengandung logam berat dengan konsentrasi yang tinggi. Ketiga, berasal dari pembakaran minyak (Hidrokarbon) dan batubara di daratan, mereka melepaskan logam berat ke dalam atmosfer dimana kemudian bercampur dengan air hujan dan jatuh ke dalam air (Hutabarat dan Evans, 1987).

#### **2.2.4 Mekanisme Penyerapan Logam Berat oleh Tiram**

Organisme air sangat dipengaruhi oleh keberadaan logam berat di dalam air, terutama pada konsentrasi yang melebihi batas normal. Organisme air mengambil logam berat dari badan air atau sedimen dan memekatkannya ke dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan. Akumulasi melalui proses ini disebut bioakumulasi. Kemampuan organisme air dalam menyerap (absorpsi) dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara, yaitu melalui saluran pernapasan (insang), saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit (Darmono, 2001). Apabila akumulasi logam berat tersebut semakin meningkat seiring dengan waktu dan peningkatan konsentrasi logam berat ke perairan maka Bivalvia akan mengalami gangguan dalam melakukan filtrasi makanan, maka kerang tersebut akan mengalami penurunan dalam pertumbuhan dan bahkan dimungkinkan mengalami kematian (Suryono, 2006).

Menurut Purbonegoro (2008), selain melalui sistem pencernaan, masuknya logam berat ke dalam tubuh tiram juga melalui dua cara yaitu *passive uptake* (transport pasif) dan *active uptake* (transport aktif). Transport pasif terjadi ketika logam memasuki dinding sel. Di dalam penyerapan pasif ini enzim yang ada di dalam dinding sel akan menyerap logam-logam yang bersifat esensial bagi tubuh. Pada penyerapan aktif, logam berat tersebut akan di transformasikan melalui membran sel menuju sitoplasma. Proses masuknya logam ke dalam sitoplasma dapat terjadi jika logam tersebut bersifat lipofilik (mudah larut dalam lemak).

Menurut Rumahlatu (2011), penyerapan logam berat ke perairan terjadi apabila logam berat tersebut masuk ke dalam perairan dan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi kemudian diserap oleh organisme di perairan tersebut. Penyerapan logam berat oleh tubuh hewan dalam perairan kebanyakan dalam bentuk ion. Penyerapan tersebut dalam bentuk ion, melalui insang dan saluran pencernaan. Masyarakat pada umumnya belum mengetahui bahwa kerang yang dikonsumsi dapat sebagai perantara memindahkan penyakit kepada manusia, baik ringan maupun berat. Penyakit ini berhubungan erat dengan cara hidupnya yang relatif menetap, sehingga kecil kemungkinan untuk menghindari dari perubahan lingkungan perairan yang membahayakan dan juga sifat *filter feeder* dari kerang. Cara makan seperti ini menyebabkan terakumulasinya jenis-jenis polutan sampai jumlah yang membahayakan bagi tubuh manusia. Polusi logam-logam berat terdapat pada kerang mentah atau kerang yang setengah masak sehingga menyebabkan keracunan bagi orang yang memakannya (Suaniti, 2007).

### 2.3 Histopatologi

Histologi adalah suatu ilmu yang mempelajari dan menelaah anatomi secara mikroskopis struktur jaringan atau organ pada makhluk hidup. Ilmu lanjutan ini digunakan terutama untuk diagnosa suatu penyakit pada organ atau jaringan yang mengalami kelainan. Histologi dan histopatologi memiliki persamaan yang mendasar yaitu mempelajari suatu jaringan atau organ makhluk hidup, namun histopatologi memiliki cakupan yang lebih luas dikarenakan menelaah lebih lanjutan normalitas dari jaringan yang merupakan pertanda dari suatu penyakit. Perubahan struktur sel, jaringan atau organ pada ikan dapat terjadi karena adanya suatu infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus, cendawan, ataupun parasit. Infeksi ini terjadi disebabkan oleh faktor utama yaitu lingkungan. Lingkungan yang buruk dapat memperbesar kemungkinan menimbulkan penyakit. Analisa histopatologi pada tubuh tiram dapat menjadi parameter yang sangat sensitif dan menjadi sangat penting didalam menentukan perubahan struktur sel yang terjadi di organ dalam seperti lambung, dan insang (Khaisar 2006).

Analisis histologi biasa digunakan di bidang keilmuan perikanan untuk beberapa keperluan, seperti perkembangan jaringan baik dalam keadaan normal maupun terinfeksi penyakit, pengamatan terhadap pengaruh pemaparan bahan beracun, nutrisi, karsinogenik, dan aspek internal lain dalam tubuh tiram (Schreck dan Peter, 1990). Selain itu, analisis histopatologi pada tiram dapat digunakan sebagai biomarker untuk memonitor lingkungan perairan melalui pengamatan terhadap kondisi kesehatan tiram. Pengamatan tersebut dapat dilakukan terhadap organ-organ yang berfungsi penting dalam metabolisme sehingga dapat digunakan sebagai diagnosis awal terjadinya gangguan kesehatan pada tiram (Rahayu *et al.* 2013).

Salah satu cara pemeriksaan histopatologi dengan cara pewarnaan menggunakan metode *Hematoksilin-Eosin* (HE). Metode ini merupakan metode yang banyak digunakan dalam pewarnaan jaringan. Hemotoksilin adalah pewarna yang digunakan dalam pewarnaan histoteknik yang terbuat dari ekstrak pohon *logwood*. Hematoksilin yang bersifat basa ini akan mewarnai unsur basofilik jaringan, dengan mewarnai inti dan struktur asam lainnya dari sel (bagian sitoplasma yang kaya RNA dan matriks tulang rawan) menjadi biru. Sedangkan eosin sendiri bersifat asam, dengan mewarnai komponen asidofilik jaringan seperti mitokondira, granula sekretoris dan kolagen (Junqueira, 2007).

## **2.4 Pengukuran Kualitas Air**

### **2.4.1 Parameter Fisika**

#### **a. Suhu**

Suhu perairan merupakan faktor penting dalam pengaruh suatu organisme. Perubahan suhu dapat mempengaruhi kehidupan komunitas keberadaan jenis dan muara sungai cenderung bervariasi (Rangan, 1996). Hal tersebut diperkuat oleh pendapat Riniatsih (2009), yang menyatakan bahwa suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakkan, oleh karena itu suhu di perairan merupakan salah satu faktor penting bagi kehidupan organisme di dalamnya. Secara ekologis perubahan suhu menyebabkan perbedaan komposisi dan kelimpahan Bivalvia dan Gastropoda.

Menurut Effendi (2003), suhu perairan dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Apabila suhu perairan meningkat cenderung akan meningkatkan akumulasi dan toksisitas logam berat karena metabolisme dan respirasi organisme air juga ikut meningkat dan berdampak peningkatan konsumsi oksigen. Kondisi ini didukung oleh jenis sedimen yang



terdapat pada titik pengambilan kerang yaitu tipe sedimen lempung berlumpur, dimana sedimen dengan kandungan lumpur (debu) yang tinggi akan meningkatkan akumulasi logam. Kondisi sedimen dengan fraksi lumpur akan berpengaruh terhadap konsentrasi logam (Hamzah, 2013).

#### 2.4.2 Parameter Kimia

##### a. Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasamaan atau pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaan suatu perairan karena pH mempunyai pengaruh yang besar terhadap kehidupan tumbuhan dan hewan akuatik (Odum, 1994). Fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, dimana semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi maka semakin rendah pH suatu perairan. Namun sebaliknya jika aktivitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi (Zulfia dan Umar 2013).

Menurut Cahyono (2001), derajat keasaman (pH) air merupakan faktor pembatas pada pertumbuhan ikan dan jasad renik lainnya (plankton, zooplankton, dll). Nilai keasaman (pH) perairan yang sangat rendah (sangat asam) dapat menyebabkan kematian pada ikan. Gejala yang diperlihatkannya adalah gerakan ikan tidak teratur, tutup insang bergerak sangat aktif dan ikan berenang sangat cepat di permukaan air. Sedangkan, apabila nilai keasaman (pH) perairan yang tinggi (sangat besar) menyebabkan pertumbuhan ikan terhambat. Perairan yang asam juga berpengaruh terhadap nafsu makan ikan, yakni nafsu makan menjadi kurang.

##### b. Oksigen Terlarut (*dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut adalah parameter kualitas air yang sangat penting karena keberadaannya mutlak diperlukan oleh organisme untuk proses respirasi. Menurut Kordi dan Tancung (2010), bahwa biota perairan membutuhkan oksigen

yang digunakan dalam berbagai aktivitas, seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebagainya. Kadar oksigen diperairan untuk kegiatan budidaya menurut Effendi (2003), sebaiknya tidak kurang dari 5 mg/l. Kadar oksigen terlarut yang kurang dari 4 mg/l akan menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik.

Menurut Mubarak *et al.* (2010), tersedianya oksigen terlarut dalam air sangat menentukan kehidupan ikan. Sumber oksigen terlarut dalam suatu perairan diperoleh melalui difusi dari udara ke dalam air, aerasi mekanis, dan fotosintesis tanaman akuatik. Penurunan oksigen terlarut dalam perairan dapat terjadi karena adanya respirasi dan pembusukan bahan organik pada dasar perairan. Selain itu, konsentrasi oksigen terlarut juga dipengaruhi oleh faktor biologis seperti kepadatan organisme perairan, karena semakin padat organisme perairan maka laju respirasi juga akan semakin meningkat.

### c. **Amonia (NH<sub>3</sub>)**

Amonia adalah parameter kualitas air yang berperan penting bagi tiram dalam kegiatan budidaya yang berperan sebagai biofilter alami, di mana mereka mampu menyaring amonia yang terlarut dalam air laut (Betay 2012). Amonia yang tinggi menyebabkan toksisitas dan berpengaruh langsung terhadap tiram dengan rusaknya jaringan insang, sehingga fungsinya sebagai alat pernafasan akan terganggu (Rully, 2011).

Amonia yang berada di perairan sebagian besar merupakan hasil dan proses metabolisme organisme akuatik dan proses pembusukan bahan organik atau sampah organik seperti sampah rumah tangga dan lain-lain oleh bakteri yang terbawa arus (Praseno, 2000). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 bahwa standar baku mutu air laut untuk biota laut untuk amonia (NH<sub>3</sub>) adalah <0,3 mg/liter.

#### d. Fenol

Fenol adalah zat kristal yang tidak berwarna dan memiliki bau yang khas. Senyawa fenol dapat mengalami oksidasi sehingga dapat berperan sebagai reduktor (Hoffman *et al.*, 1997). Fenol bersifat lebih asam bila dibandingkan dengan alkohol, tetapi lebih basa daripada asam karbonat karena fenol dapat melepaskan ion H<sup>+</sup> dari gugus hidroksilnya. Lepasnya ion H<sup>+</sup> menjadikan anion fenoksida C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>O<sup>-</sup> dapat melarut dalam air. Fenol mempunyai titik leleh 41°C dan titik didih 181°C. Fenol memiliki kelarutan yang terbatas dalam air yaitu 8,3 gram/100 mL (Fessenden dan Fessenden, 1992). Fenol merupakan senyawa yang bersifat toksik dan korosif terhadap kulit (iritasi) dan pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia hingga kematian pada organisme. Tingkat toksisitas fenol beragam tergantung dari jumlah atom atau molekul yang melekat pada rantai benzenanya (Qadeer and Rehan, 1998).

Fenol dan senyawa fenolik merupakan salah satu xenobiotik yang menjadi salah satu faktor stres lingkungan pada biota yang terpapar dan telah menjadi masalah lingkungan akibat dampak antropogenik pada lingkungan yang ditimbulkannya (Hameid, 2007). Fenol memiliki tingkat bioakumulasi yang cukup tinggi sepanjang rantai makanan, sehingga pencemaran fenol menyajikan ancaman tidak hanya terhadap lingkungan alam namun juga untuk kesehatan manusia (Hori *et al.*, 2006). Disamping itu, fenol dan turunan fenolik termasuk dalam salah satu bahan kimia berbahaya dalam ekosistem perairan yang berpotensi sebagai *Endocrine Disrupting Chemical (EDC)* dan juga termasuk dalam daftar polutan prioritas *Environmental Protection Agency (EPA)* oleh karena kehadiran senyawa tersebut pada hewan air dan daerah terrestrial (Liompart *et al.*, 2002).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah histopatologi pada jaringan insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* dan pewarnaan. Parameter kualitas air pendukung yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter fisika adalah suhu, parameter kimia adalah derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), amonia dan fenol.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada berbagai prosedur diantaranya: pembedahan dan pengambilan jaringan insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata*, pengujian histopatologi dan pewarnaan, pengukuran kualitas air. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian skripsi ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif yaitu metode yang digunakan untuk melukiskan secara sistematis fakta atau karakteristik populasi tertentu atau bidang tertentu, dalam hal ini bidang perikanan secara aktual dan cermat (Hasan, 2002).

Dalam kegiatan penelitian ini, data yang digunakan meliputi:

##### a. Data Primer

Menurut Ruslan (2004), Data primer adalah data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli (tidak perantara) yang secara khusus dikumpulkan oleh peneliti untuk menjawab permasalahan dalam penelitian. Cara yang bisa digunakan peneliti untuk mencari data primer yaitu observasi, diskusi terfokus, wawancara, serta penyebaran quisioner. Sedangkan menurut Zulfikar et

al. (2014), Data primer adalah secara langsung diambil dari obyek penelitian oleh peneliti perorangan maupun organisasi. Adapun teknik pengambilan data primer yang diambil dalam penelitian skripsi ini yakni dengan cara wawancara, observasi, dan penyebaran kuisisioner. Data primer yang diambil dalam penelitian ini meliputi histopatologi pada insang dan lambung tiram *Crasosstrea glomerata* dari beberapa plot di setiap stasiun, pengukuran kualitas air seperti suhu, pH, Oksigen terlarut (DO), dan Wawancara dilakukan dengan mewawancarai masyarakat sekitar pantai.

#### **b. Data Sekunder**

Menurut Narimawati (2007), data sekunder merupakan data yang sudah ada, data tersebut sudah dikumpulkan sebelumnya untuk tujuan-tujuan yang tidak mendesak. Yaitu terdiri dari dokumentasi institusi, jurnal, makalah, buku, dan penelitian terdahulu. Jadi, data yang secara tidak langsung diperoleh oleh peneliti guna mendukung data yang sudah ada sehingga lebih lengkap adalah tergolong data sekunder. Adapun teknik pengambilan data sekunder dalam penelitian skripsi ini didapatkan dari jurnal, buku, situs web, serta kepustakaan yang dapat menunjang seperti data suhu, pH, oksigen terlarut (DO), amonia, dan fenol.

### **3.4 Tahapan Penelitian**

#### **3.4.1 Penentuan Stasiun Penelitian**

Pengambilan sampel tiram dilakukan di tiga lokasi, yaitu lokasi I, Lokasi II dan lokasi III. Dibagi lagi menjadi tiga sub stasiun yaitu sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan sub stasiun 3 yang berdekatan dengan pemukiman penduduk dan aktivitas lainnya.

Pemilihan lokasi-lokasi tersebut didasarkan pada dugaan jenis cemaran yang berasal dari sumber buangan limbah yang berbeda. Contohnya pada sub

stasiun 1, pencemaran berasal dari limbah oli buangan mesin kapal, atau limbah perbaikan kapal. Sub stasiun 2, pencemaran berasal dari TPI atau SPDN (Stasiun Pengisian Disel Nelayan) dan dekat dengan warung-warung makan untuk nelayan. Sub stasiun 3, pencemaran berasal limbah domestik aktivitas masyarakat yang memanfaatkan pantai sekitar sebagai tempat pembuangan. Dari tiga stasiun tersebut, masing-masing stasiun ditentukan tiga titik dan masing-masing titik diambil tiga sampel insang dan lambung tiram. Parameter pendukung yang diukur antara lain yaitu suhu, pH, oksigen terlarut (DO), amonia, fenol.

#### **3.4.2 Pengambilan Sampel Tiram (*Crassostrea glomerata*)**

Tiram jenis *Crassostrea glomerata* hidup menempel di batuan, dinding dermaga dan akar mangrove sehingga dalam mengambil organisme tersebut dibutuhkan palu dan tатаh. Sampel yang telah diambil kemudian diseleksi baik dari keutuhan bentuk cangkang dan disortir berdasarkan jenis spesiesnya. Sampel tersebut kemudian dimasukkan kedalam jerigen yang telah diisi dengan air, kemudian diberi aerasi dengan menggunakan aerator baterai dan dimasukkan ke dalam *coolbox*. Sampel tiram *Crassostrea glomerata* diambil dari 3 stasiun yang berbeda yaitu pada daerah pelabuhan, tempat pelelangan ikan dan sekitar mangrove dimana setiap stasiun dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali pada titik yang berbeda. Sampel air diambil secara langsung dan ditempatkan pada botol air mineral 600 ml untuk selanjutnya dilakukan analisis di laboratorium.

#### **3.4.3 Pengukuran Sampel Tiram (*Crassostrea glomerata*)**

Sampel tiram *Crassostrea glomerata* diukur panjang, lebar dan tinggi cangkangnya dengan menggunakan jangka sorong untuk mengetahui ukuran tubuhnya kemudian dicatat hasilnya. Menurut Galtsoff (1964), tinggi tiram adalah

jarak antara umbo dan katup ventral, panjang tiram merupakan jarak maksimum antara posterior dan anterior yang diukur secara sejajar dengan sumbu engsel sedangkan lebar tiram merupakan jarak terbesar cangkang.

#### 3.4.4 Preparasi Sampel

Metode preparasi sampel yang dilakukan selama proses Penelitian Skripsi ini yaitu dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mengambil *Crassostrea glomerata* pada stasiun yang telah ditentukan.
- *Crassostrea glomerata* yang telah diambil dimasing-masing stasiun langsung dibersihkan dengan air yang mengalir hingga bersih dari lumpur.
- Kemudian *Crassostrea glomerata* yang telah dibersihkan dimasukkan ke dalam jerigen.
- Setelah itu, jerigen yang telah berisi *Crassostrea glomerata* diberi aerasi kemudian diberi label dan keterangan untuk menandai biota agar tidak tertukar.
- Selanjutnya jerigen yang berisi *Crassostrea glomerata* dimasukkan ke dalam *coolbox* yang agar biota tidak kocak saat di perjalanan.
- Kemudian tiram *Crassostrea glomerata* di bedah dan diambil insang dan lambungnya, kemudian dimasukkan ke dalam botol film yang berisi formalin 10%.

#### 3.4.5 Pembuatan Irisan Jaringan

##### ➤ Pengamatan Histopatologi

Sampel tiram *Crassostrea glomerata* yang telah diawetkan dengan formalin 10% kemudian dilakukan proses pemotongan jaringan, proses deparafinisasi, dan proses pewarnaan *Hematoksilin-Eosin* (HE). Adapun prosedur yang dilakukan dalam membuat preparat histopatologi mengacu pada Laboratorium Patologi dan Anatomi (2017), adalah sebagai berikut:

- a. Proses Pematangan Jaringan Berupa Makross
- Membedah tiram *Crassostrea glomerata* kemudian mengambil organ insang dan lambung kemudian mengawetkannya dengan menggunakan formalin 10%.
  - Memilih jaringan sesuai dengan yang akan diteliti.
  - Memotong jaringan dengan ketebalan 2-3 mili meter.
  - Memasukkan ke dalam kaset dan memberikan label sesuai dengan kode peneliti.
  - Mencuci dengan air mengalir sebelum diproses/memasukkan ke dalam alat *Tissue Tex Prosesor*.
  - Menggunakan alat *Automatis Tissue Tex Prosesor (automatic processing)* untuk memotong jaringan.
  - Saat alarm berbunyi menandakan proses telah selesai.
- b. Proses Pengeblokan dan Pematangan Jaringan
- Mengangkat jaringan dari mesin *Tissue Tex Prosesor*.
  - Memblok jaringan dengan parafin sesuai kode jaringan.
  - Memotong jaringan dengan alat Microtome dengan ketebalan 3-5 mikron.
- c. Proses Deparafinasi
- Setelah dipotong dengan ketebalan 3-5 mikron, kemudian menaruhnya dalam oven selama 30 menit dengan suhu 70-80°C.
  - Memasukkan ke dalam 2 tabung larutan xylol masing-masing selama 20 menit.
  - Memasukkan ke dalam 4 tabung alkohol masing-masing selama 3 menit (Hidrasi).
  - Memasukkan ke dalam air mengalir selama 15 menit.



- d. Proses Pewarnaan *Hematoksilin Eosin (Auto Staining)*
- Merendam dengan pewarna utama Harris Hematoksilin selama 10-15 menit.
  - Mencuci dengan air mengalir selama 15 menit.
  - Mencelupkan ke dalam alkohol 1% sebanyak 2-5 celupan.
  - Mencelupkan ke dalam amonia air sebanyak 3-5 celupan.
  - Merendam dengan pewarna pembanding Eosin 1% selama 10-15 menit.
  - Mendehidrasi dengan alkohol 70%, 80%, 96%, dan Absolut masing-masing selama 3 menit.
  - Menjernihkan (*clearing*) dengan Xylol selama 2x60 menit.
  - Memounting dengan entelan dan coverglass dengan cara membiarkan slide kering pada suhu ruangan.
  - Setelah slide kering maka siap diamati.

**b. Pengamatan dengan Mikroskop**

Pada pengamatan mikroskop, digunakan mikroskop Olympus CX31 dengan prosedur :

- Menyalakan power "ON" pada mikroskop.
- Mengatur diafragma pada mikroskop.
- Meletakkan preparat pada meja mikroskop dan jepit menggunakan penjepit mikroskop.
- Mengatur perbesaran pada mikroskop dengan perbesaran 400 x.
- Mengamati bagian insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata*.
- Memotret hasil menggunakan kamera digital Casio QV-R200.

### 3.4.6 Analisis Histopatologi

#### a. Pengamatan Kerusakan yang Terjadi

Pengamatan dilakukan pada potongan insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* yang telah diwarnai dengan menggunakan pewarnaan *Hematoksin-Eosin* (HE). Setelah hasil yang didapatkan kemudian menganalisis serta mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata*.

#### b. Persentase Kerusakan

Preparat insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* yang telah diamati kerusakannya, tahap selanjutnya adalah menghitung persentase kerusakan jaringan untuk mengetahui parah tidaknya kerusakan akibat perlakuan. Menurut Lubis *et al.*, (2014), persentase kerusakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Kerusakan} = \frac{\text{jumlah yang rusak}}{\text{jumlah yang dianalisis}} \times 100\%$$

Satu bidang pandang dibagi menjadi beberapa kotak dan dihitung jumlah kerusakan setiap kotaknya dan dicatat sebagai jumlah jaringan yang rusak. Sedangkan jumlah kotak yang mewakili jaringan dihitung sebagai jumlah jaringan yang dianalisis.

Berikut ini merupakan nilai skoring untuk persentase kerusakan :

Nilai Skoring	Persentase Kerusakan (%)	Keterangan
0	0	Tidak rusak
1	1-25	Rusak ringan
2	26-50	Rusak sedang
3	51-75	Rusak banyak
4	76-100	Sangat rusak

Sumber: Pantung *et al.*, (2008).



### 3.5 Pengukuran Kualitas Air

Parameter kualitas air dalam penelitian skripsi ini antara lain suhu, pH, oksigen terlarut (DO), amonia, fenol di pantai. Tujuan analisa kualitas air mendukung, menunjang serta untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan tempat hidup *Crassostrea glomerata*.

#### 3.5.1 Parameter Fisika

##### a. Suhu

Pengukuran suhu diukur dengan menggunakan DO meter. Menurut Pusat Pendidikan Kelautan dan Perikanan (2009), adapun prosedur pengukuran kadar oksigen terlarut dengan menggunakan DO meter sebagai berikut:

- Menyiapkan DO meter dan dipastikan dalam kondisi yang baik..
- Melepaskan sensor dari badan alat.
- Mengkalibrasi sesuai dengan cara yang tercantum di buku panduan alat.
- Mencelupkan sensor dalam perairan sesuai dengan kedalaman yang diinginkan.
- Menekan tombol "ON" pada alat sampai muncul angka pada layar monitor.
- Mendinginkan beberapa saat hingga angka pada layar monitor dalam kondisi yang stabil.
- Angka yang tertera dilayar monitor merupakan hasil dari pengukuran suhu pada perairan tersebut.
- Mencatat hasilnya pada lembar kerja.

#### 3.5.2 Parameter Kimia

##### b. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Silalahi (2010), adapun langkah dalam pengukuran pH menggunakan pH meter sebagai berikut:

- Melakukan kalibrasi pH meter dengan menggunakan aquades kemudian mengeringkan dengan menggunakan tisu.
- Memasukkan pH meter ke dalam air sampel hingga pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

**c. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen / DO*)**

Menurut Zwartet al., (1995), prosedur pengukuran oksigen terlarut adalah sebagai berikut :

- DO meter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan aquades, ujung elektroda dijaga agar tetap kering.
- Elektroda dicelupkan ke tempat pengukuran minimal selama 30 detik.
- Membaca hasil pengukuran dalam satuan mg O<sub>2</sub>/L.

**d. Amonia**

Pengukuran kadar Amonia yang dilakukan di laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang sesuai dengan penjelasan Effendi (2003), dimana pengukuran amoniak dapat dilakukan dengan cara berikut:

- Mengambil sebanyak 12,5 ml dengan gelas ukur.
- Menuangkan pada Erlenmeyer 50 ml.
- Menambah 1 ml pereaksi nessler, digoyang-goyangkan agar homogen.
- Membiarkan beberapa menit agar terbentuk warna dengan sempurna.
- Mengamati kandungan amoniaknya dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 425  $\mu$ m.

#### e. Fenol

Prosedur pengukuran Fenol di air dilakukan dengan metode 4-Amino antipyrine yang dilakukan di laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang sesuai dengan penjelasan Yeast (2010), yaitu:

- Mengukur 1 ml contoh uji air, blanko dan standar dalam *beaker glass*, ukur pHnya. Atur pH menjadi  $4,0 \pm 0,1$  dengan penambahan  $H_3PO_4$  (1:9), dengan menggunakan pH meter atau kertas pH.
- Mengukur air sebanyak 50 ml dan pindahkan ke dalam tabung destilasi, lakukan destilasi contoh uji air.
- Menampung hasil destilasi dalam labu ukur 50 ml sebanyak 50 ml.
- Jika destilasi terlihat keruh, lakukan pengasaman dengan  $H_3PO_4$  pada destilasi menjadi  $pH 4,0 \pm 0,1$ .
- Melakukan destilasi ulang seperti poin 2 & 3.
- Setelah mendapatkan hasil uji air, lakukan analisa dengan spektrofotometer dengan cara :
  - Menyiapkan 50 ml contoh uji air, blanko dan standart yang telah didestilasi.
  - Mengambil 1,25 ml larutan Amonium Hidroksida dengan pipet dan tambahkan tetes demi tetes larutan buffer phospat pada air uji sampai  $pH 7,9 \pm 0,1$  lalu kocok.
  - Mengambil 0,5 ml larutan Amino Antipyrine dengan pipet, kocok dan tambahkan 0,5 ml larutan Kalium Ferri Sianida, tambahkan pada contoh air uji kemudian kocok dan tunggu 15 sampai 20 menit.
  - Mengukur konsentrasinya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 500 nm.

### 3.6 Analisis Logam Pb, Cd, dan Hg

Pengukuran logam berat air sampel dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) yang dilakukan oleh laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang. Adapun ke tiga parameter tersebut adalah Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg). Pengukuran sampel (dalam bentuk cairan) dilakukan dengan menggunakan lampu katoda. Tahap-tahap pengukuran logam berat yang dilakukan sebagai berikut :

- Mengambil air sampel dengan pipet volume (50 ml) kemudian dimasukkan Erlenmeyer (100 ml).
- Menambahkan aquaregia sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan hingga mendidih lalu didinginkan.
- Menambahkan HNO<sub>3</sub> 2,5 N sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan hingga mendidih lalu didinginkan.
- Mendinginkan sampel yang sudah disaring sebanyak 10 ml ke labu ukur dan menambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dikocok sampai homogen.
- Mengukur sampel menggunakan AAS dengan memakai lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 1

Kabupaten termasuk dalam wilayah Propinsi. Kabupaten merupakan Kabupaten terluas kedua di Jawa Timur setelah Kabupaten Banyuwangi. Secara geografis, terletak pada koordinat sekitar  $122^{\circ} 45'$ – $112^{\circ} 47'$  BT dan  $8^{\circ} 25'$ – $8^{\circ} 30'$  LS. Batas-batas administratif Kabupaten adalah sebelah Utara yaitu Kabupaten Jombang, Mojokerto dan Pasuruan, sebelah Selatan yaitu Samudera Indonesia, sebelah Barat yaitu Kabupaten Blitar dan Kediri, dan sebelah Timur yaitu Kabupaten Lumajang dan Probolinggo. Kabupaten mencakup 33 kecamatan dengan luas wilayah keseluruhan  $3347,87 \text{ km}^2$  dikelilingi oleh gunung/pegunungan Arjuno, Anjasmoro, Kelud, Bromo, Semeru dan Tengger.

Kawasan pesisir Kabupaten terdiri dari enam kecamatan, yaitu: Bantur, Donomulyo, Gedangan, Tirtoyudo, Sumbermanjing, dan Ampelgading. Dalam enam kecamatan ini, diketahui terdapat 19 desa pesisir. Desa desa pesisir tersebut membentang membentuk garis pantai sepanjang 92,244 km. Kawasan pesisir ini memiliki peruntukan yang beragam, antara lain dimanfaatkan sebagai pemukiman, industri, pelabuhan, dan bahkan sebagai kawasan konservasi.

Salah satu kawasan konservasi yang dikelola oleh pemerintah adalah Cagar Alam, yang dikelola oleh Perum Perhutani. Pemanfaatan kawasan pesisir yang lain adalah sebagai pelabuhan, yaitu Pelabuhan Nusantara (PPN). Pelabuhan ini akan dikembangkan menjadi pelabuhan tangkap yang cukup representatif serta menjadi salah satu *Outering Fishing Port* di Indonesia yang merupakan program Pemerintah Pusat dan Daerah. Dengan komoditi unggulannya yaitu ikan tuna, pelabuhan ini secara geografis sangat strategis dan menguntungkan bagi usaha penangkapan ikan tuna karena dekat dengan daerah penangkapan ikan tuna (*tuna fishing ground*), dan ke depan fasilitas infrastruktur

transportasi akan terus dibangun/disiapkan oleh Pemerintah Daerah. Fasilitas yang dipersiapkan cukup lengkap antara lain : dermaga, Tempat Pelelangan Ikan, pabrik es, sarana air bersih dan fasilitas penjualan solar khusus nelayan (SPDN). PPPP juga dilengkapi Kantor Badan Pengelola Pelabuhan, gedung pertemuan, mess dan perbengkelan.

#### 4.1.1 Stasiun Pengamatan 1

Stasiun pengamatan 1, tempat ini biasanya digunakan untuk bersandarnya perahu-perahu nelayan, dan juga menyediakan jasa wisata untuk menyebrang ke pulau. Tempat ini terletak didekat TPI atau tempat penjualan ikan. Kegiatan perikanan disana ada yang menggunakan kapal motor dan ini akan mengakibatkan bertambahnya kandungan logam berat yang berasal dari bahan bakar kapal motor pengangkut barang dan penumpang. Hal tersebut dapat mengganggu biota perairan yang ada di laut Selain itu, limbah rumah tangga dan limbah industri juga menyumbang adanya logam berat di perairan.



**Gambar 2.** Sub Stasiun 1 (Dokumentasi pribadi. 2018).

#### 4.1.2 Stasiun Pengamatan 2

Stasiun Pengamatan 2 lokasinya yang terletak di sebelah Barat. Pada Tempat ini digunakan untuk memancing dan membuang sampah, akibatnya air laut berbau tidak sedap. Tempat ini juga merupakan pasar ikan yang merupakan



sentral jual beli atau lelang ikan yang ramai oleh pengunjung. Hal tersebut menyebabkan kondisi air laut menjadi hitam dan tercemar sehingga dapat mengganggu organisme bawah laut.



**Gambar 3.** Sub Stasiun 2 (Dokumentasi pribadi, 2018)

#### 4.1.3 Stasiun Pengamatan 3

Kemudian pada stasiun 3 lokasi berada tempat perlindungan dan rehabilitasi hutan bakau serta tempat edukasi bagi generasi muda untuk menjaga kelestarian alam. Hutan bakau atau mangrove adalah hutan yang tumbuh di air payau, dan dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Hutan ini tumbuh khususnya di tempat-tempat di mana terjadi pelumpuran dan akumulasi bahan organik sehingga pengkayaan nutrisi ini dapat menyuburkan perairan laut, membantu dalam perputaran karbon dan nitrogen. Di stasiun ini terdapat anak sungai yang mengalir ke laut dimana aliran sungai tersebut mengalirkan limbah dari permukiman warga sekitar, limbah dari pelabuhan dan limbah dari TPI akan mengalir ke dalam hutan mangrove.



**Gambar 4.** Clungup Mangrove Conservation (Dokumentasi pribadi, 2018)

#### 4.2 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 2

Kabupaten ini terletak antara koordinat  $111^{\circ}43'$  -  $112^{\circ}07'$  BT dan  $7^{\circ}51'$  –  $8^{\circ}18'$  LS dengan titik nol derajat dihitung dari Greenwich Inggris. Dan terletak kurang lebih 154 km ke arah Barat Daya dari Kota Surabaya. Luas wilayah Kabupaten secara keseluruhan sebesar  $1.150,41 \text{ Km}^2$  ( $115.050 \text{ Ha}$ ) atau sekitar 2,2% dari seluruh wilayah. Adapun batas-batas administratif Kabupaten adalah sebelah Utara yaitu Kabupaten Kediri, Nganjuk, Blitar, sebelah Timur yaitu Kabupaten Blitar, sebelah selatan yaitu Samudera Hindia/Indonesia, dan sebelah Barat yaitu Kabupaten Trenggalek dan Ponorogo.

Pada kawasan pantai sebagian besar wilayahnya terdiri dari lahan kering (kawasan pegunungan kapur selatan) dengan tingkat kesuburan yang rendah, kondisi masyarakat dengan sosial ekonominya lemah, tingkat SDM-nya rendah, sarana, dan prasarananya kurang memadai, lokasi sulit dijangkau dan lain-lain. Oleh karena itu diberikan prioritas utama dalam sasaran kegiatan. Sentra perikanan tangkap di Kabupaten ini terletak di pantai, yang merupakan salah satu tempat wisata.

Pantai merupakan kawasan wisata pantai yang memiliki ombak yang cukup besar, namun memiliki keindahan alam yang cantik dengan hembusan angin

yang sepoi-sepoi. pantai ini terbagi menjadi dua kawasan yaitu bagian Timur dan bagian Barat. Pada bagian Timur memiliki wilayah yang cukup terjal dan berbatu-batu dengan deburan ombak yang cukup besar, sehingga kita tidak dapat berjalan di pesisir pantainya. Namun oleh pengelola kawasan ini sudah dipasang garis pengaman bagi pengunjung. Sedangkan pada bagian Barat lebih landai dan berombak kecil. Kedua kawasan ini dibatasi oleh hutan mangrove dengan kondisi jalan yang berundak dan cukup panjang. Fasilitas disini cukup lengkap banyak orang berjualan makanan dan oleh-oleh, terdapat patung binatang-binatang, taman bermain seperti ayunan, tempat untuk berenang, mushola, gazebo, penginapan dan lain sebagainya.

#### 4.2.1 Stasiun Pengamatan 1

Stasiun Pengamatan 1 lokasinya berada di pantai yang dijadikan masyarakat sebagai objek wisata. Disini terdapat pengunjung dari berbagai kalangan dan daerah asal. Dengan banyaknya pengunjung yang lalu lalang maka pencemaran disini juga akan tinggi dikarenakan banyaknya aktivitas manusia seperti membuang sampah sembarangan yang dapat mencemari pantai ini dan terdapat aktivitas nelayan sekitar yang turut serta.



**Gambar 5.** Sub Stasiun 1 (Dokumentasi pribadi, 2018).

#### 4.2.2 Stasiun Pengamatan 2

Stasiun Pengamatan 2 lokasinya terdapat ditempat ini yang banyak sekali aktivitas manusia yang terjadi seperti pembuangan limbah ikan dari sisa-sisa bahan ataupun ikan yang sudah mati dan tidak digunakan sehingga berpotensi tercemar logam berat, akibatnya perairan disekitar nya menjadi berbau tidak sedap dan berwarna keruh.



Gambar 6. Sub Stasiun 2 (Dokumentasi pribadi, 2018).

#### 4.3.3 Stasiun Pengamatan 3

Stasiun pengamatan 3 lokasinya terdapat di tempat bersandarnya kapal-kapal yang ada di pantai. Lokasi ini terdapat beberapa aktivitas manusia seperti, pencucian kapal, tempat bersandarnya kapal, pergantian oli kapal dan pembangunan yang menggunakan alat berat sehingga akses jalan sangat buruk karena terdapat lempung yang mengganggu jalan dan kondisi perairan disana sangat keruh karena tercampur oleh semua aktivitas tadi sehingga berpotensi sangat tercemar.



**Gambar 7.** Sub Stasiun 3 (Dokumentasi pribadi, 2018)

#### **4.3 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 3**

Kabupaten merupakan satu dari 38 (tiga puluh delapan) Kabupaten/Kota di Propinsi Jawa Timur, yang terletak di kawasan Selatan Jawa Timur (KSJT) yaitu  $\pm$  181 km sebelah barat daya dari Kota Surabaya, dengan luas wilayah 1.261,40 km<sup>2</sup> atau 126.140 Ha. Secara geografis terletak pada koordinat 111°24' - 112°11' BT dan 7°53' - 8°34' LS, yang memiliki batas-batas administratif adalah sebelah Utara yaitu Kabupaten Tulungagung dan Ponorogo, sebelah Timur yaitu Kabupaten Tulungagung, sebelah Selatan yaitu Samudera Hindia dan sebelah Barat yaitu Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Ponorogo.

Kabupaten terbagi atas 14 kecamatan, 3. Kemudian satuan unit terkecil di Kabupaten terbagi 157 desa dan 13 diantaranya berbaris rapi menyusun garis pantai sepanjang 117, 467 km. Kabupaten ini memiliki pelabuhan ikan terbesar pada wilayah pantai selatan pulau jawa setelah Pelabuhan ikan Cilacap. Pengembangan potensi perikanan mulai direalisasikan dengan pembangunan Pelabuhan Perikanan di pantai kedepannya akan dikembangkan menjadi Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) yang didukung dengan pengembangan Jalan Lintas Selatan (JLS).

Pantai adalah salah satu objek wisata alam. Jarak dari pusat kota sekitar 48 km. Sepanjang 4 km dari pantai ini kita bisa menikmati pemandangan yang indah, nyiur melambai serta deburan ombak di seberang teluk yang menghantam bukit. Pantai ini memiliki pasir putih kecoklatan, dimana pantai selalu ramai dikunjungi para wisatawan. Kebanyakan pantai yang ada mempunyai hantaman ombak yang lumayan tinggi, akan tetapi tidak berlaku pada pantai ini, ombaknya relatif kecil karena disana setiap ombak yang datang dihadang oleh bukit atau pegunungan yang ada disekitar pantai. Selain untuk objek wisata pantai ini juga menawarkan berburu ikan laut segar ditempat pelelangan ikan yang ada tidak jauh dari pantai. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Pelabuhan Perikanan yang ada di pantai ini adalah sentra perekonomian dari warga setempat. Tidak hanya bertumpu dari hasil pengelolaan obyek wisata pantai, mereka juga mencari pendapatan sebagai nelayan.

#### **4.3.1 Stasiun Pengamatan 1**

Stasiun Pengamatan 1 lokasinya terdapat di tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan yang ada di pantai. Karena dekat dengan aktivitas nelayan sehingga dapat menimbulkan pencemaran logam berat yang dapat mengakibatkan keseimbangan di dalam perairan terganggu atau tidak berfungsi dengan baik. Pengambilan sampel dilakukan saat surut di dekat tangga tempat menempelnya tiram *Crassostrea glomerata*.



**Gambar 8.** Sub Stasiun 1 (Dokumentasi pribadi, 2018).

#### 4.3.2 Stasiun Pengamatan 2

Stasiun pengamatan 2, pencemaran di tempat ini berasal dari aktifitas jual beli dan pelelangan ikan yang digelar saat mereka selesai menangkap ikan serta aktifitas nelayan yang lainnya. Sehingga, menyebabkan pencemaran yang tinggi yang dapat merusak ekosistem dan menyebabkan terganggunya perekonomian di pantai.



**Gambar 9.** Sub Stasiun 2 (Dokumentasi pribadi, 2018).

#### 4.3.3 Stasiun Pengamatan 3

Stasiun ini terletak di wisata pantai, lokasi ini adalah tempat yang banyak terdapat aktifitas manusia secara langsung sehingga potensi pencemarannya tinggi. Dilokasi ini banyak sampah-sampah yang berceceran yang mengganggu

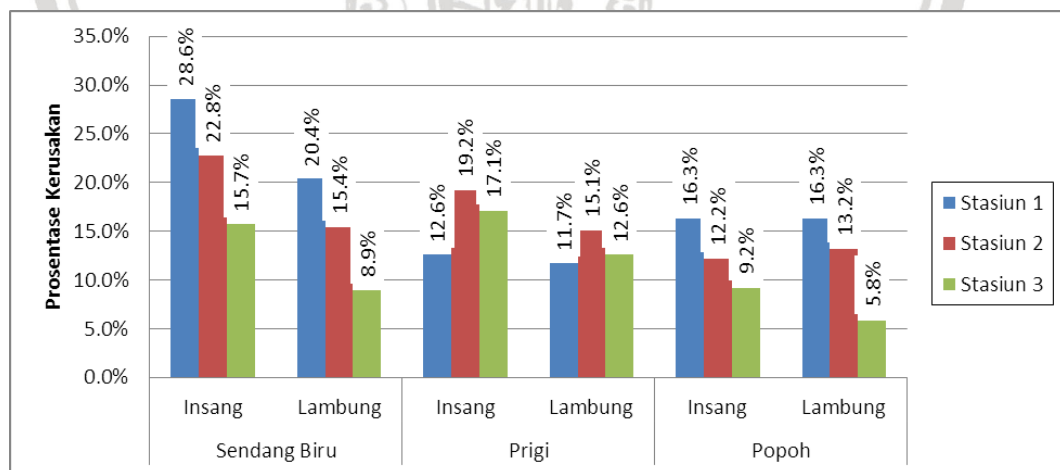
nilai estetika dari pantai itu sendiri. Untuk itu, sangat diperlukan penanganan khusus dalam menjaga kelestarian di pantai. Saat pengambilan sampel tiram, harus menunggu waktu yang tepat yaitu surut agar mempermudah dalam pengambilan sampel tiram *Crassostrea glomerata* yang terdapat pada batu-batuan dipinggir pantai.



Gambar 10. Sub Stasiun 3 (Dokumentasi pribadi, 2018).

#### 4.4 Histologi Tiram *Crassostrea glomerata* di Pantai

##### 4.4.1 Hasil Perhitungan Persentase Kerusakan *Crassostrea glomerata*



Gambar 11. Grafik Persentase Kerusakan pada Insang dan Lambung Tiram *Crassostrea glomerata*

Hasil perhitungan persentase kerusakan yang berada pada masing-masing lokasi pengamatan didapatkan dengan hasil yang berbeda. Hasil tersebut dilihat



dari organ insang *Crassostrea glomerata*, setelah dijumlah yang didapatkan persentase berkisar antara 9,2-28,6 %. Kerusakan Insang dengan persentase tertinggi berada pada sub stasiun 1, masih dalam kategori kerusakan sedang. Nilai rata-rata persentase kerusakan pada insang dan lambung tiram dapat dilihat pada Lampiran 4.

Hasil perhitungan persentase kerusakan diatas yang berada pada masing-masing lokasi pengamatan didapatkan dengan hasil yang berbeda. Hasil tersebut dilihat dari organ lambung *Crassostrea glomerata*, setelah dijumlah yang didapatkan persentase berkisar antara 5,8-20,4 %. Kerusakan Insang dengan persentase tertinggi berada pada sub stasiun 1, masih dalam kategori kerusakan ringan.

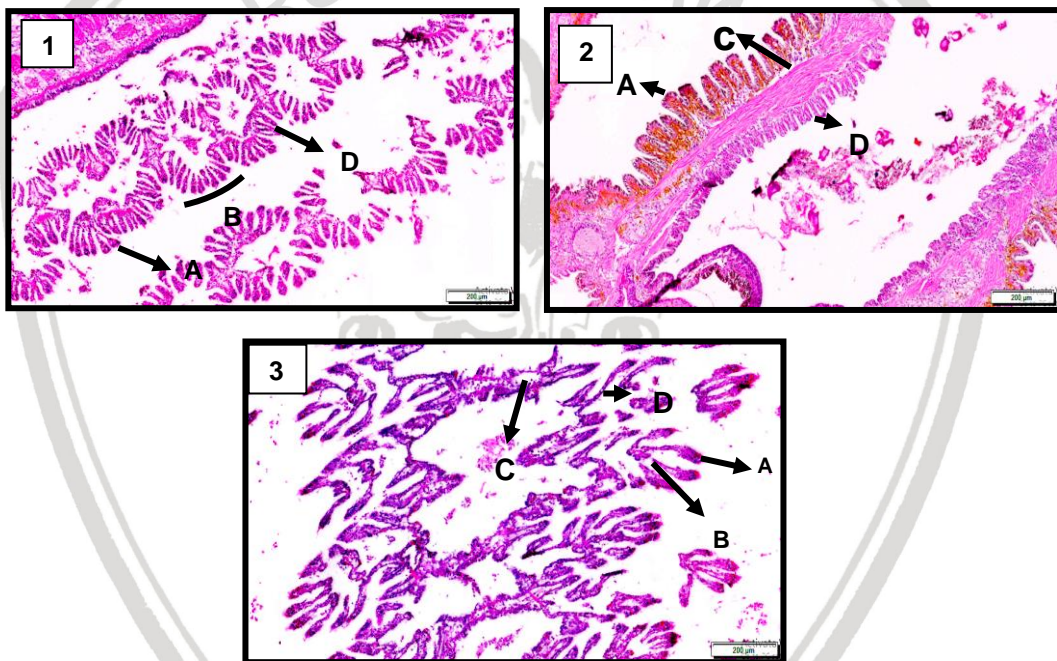
#### 4.4.2 Pantai 1

##### a. Insang *Crassostrea glomerata*

Gambar 12 menunjukkan struktur histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) pada sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan pada sub stasiun 3, yang terlihat pada gambar mengalami hiperplasia, nekrosis, vakuolisis dan atrofi. Jumlah rata-rata kerusakan diseluruh lokasi ini sebesar 28,6%. Yang paling rusak adalah di sub stasiun 1. Dapat dilihat pada lampiran 4 tabel 3. Lapisan epitel insang yang tipis dan berhubungan langsung dengan lingkungan luar menyebabkan insang berpeluang besar terinfeksi penyakit. Insang juga berfungsi sebagai pengatur pertukaran garam dan air, pengeluaran limbah-limbah yang mengandung nitrogen. Kerusakan struktur yang ringan sekalipun dapat sangat mengganggu pengaturan osmose dan kesulitan pernafasan (Nabib dan Pasaribu, 1989).

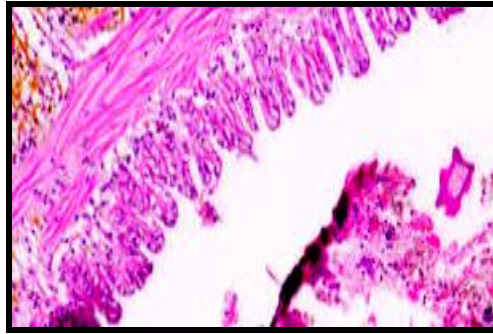
Persentase histopatologi insang pada stasiun pantai 1 memiliki tingkat kerusakan tertinggi pada sub stasiun 1 dengan nilai kerusakan sebesar 10,6%.

Disesuaikan dengan tabel kerusakan jaringan bahwa nilai tersebut berada pada skoring 2 dengan kategori kerusakan sedang. Kerusakan jaringan yang memiliki persentase tertinggi adalah hiperplasia. Hiperplasia merupakan gejala pencemaran. Hiperplasia adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel (Laksman, 2003). Hiperplasia mengakibatkan penebalan jaringan epitel di ujung filamen yang memperlihatkan bentuk seperti pemukul bisbol (*clubbing distal*) atau penebalan jaringan epitelium yang terletak di dekat dasar lamela. Pada sub stasiun tingginya pencemaran berasal dari konsentrasi amonia, fenol dan logam berat Hg yang melebihi standart baku mutu perairan.



**Gambar 12.** Gambar insang tiram (*Crassostrea glomerata*) pada skala 200µm (perbesaran 400x, mikroskop olympus BX 51, kamera Olympus DP 20). **(1)** Sub stasiun 1, **(2)** Sub stasiun 2, **(3)** Sub stasiun 3. Keterangan dari gambar kerusakan histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) yaitu sebagai berikut : **(A)** Hiperplasia (suatu proses pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel), **(B)** Nekrosis (struktur dinding insang rusak parah, tidak berbentuk utuh), **(C)** Vakuolisasi (ruang kosong yang tidak berisi sel), **(D)** Atropi (Penyusutan sel).

Gambar berikut ini merupakan contoh gambar yang belum rusak:



Karakter khusus untuk membandingkan insang sebelum dan sesudah rusak, pada insang yang sebelumnya normal tidak ada karakter khusus sedangkan pada insang sesudahnya lamelanya mengalami penebalan, cenderung mengalami pembengkakan. Hal ini diakibatkan pemaparan bahan toksik yang menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis pada organ insang (Rizki *et al.*, 2015).

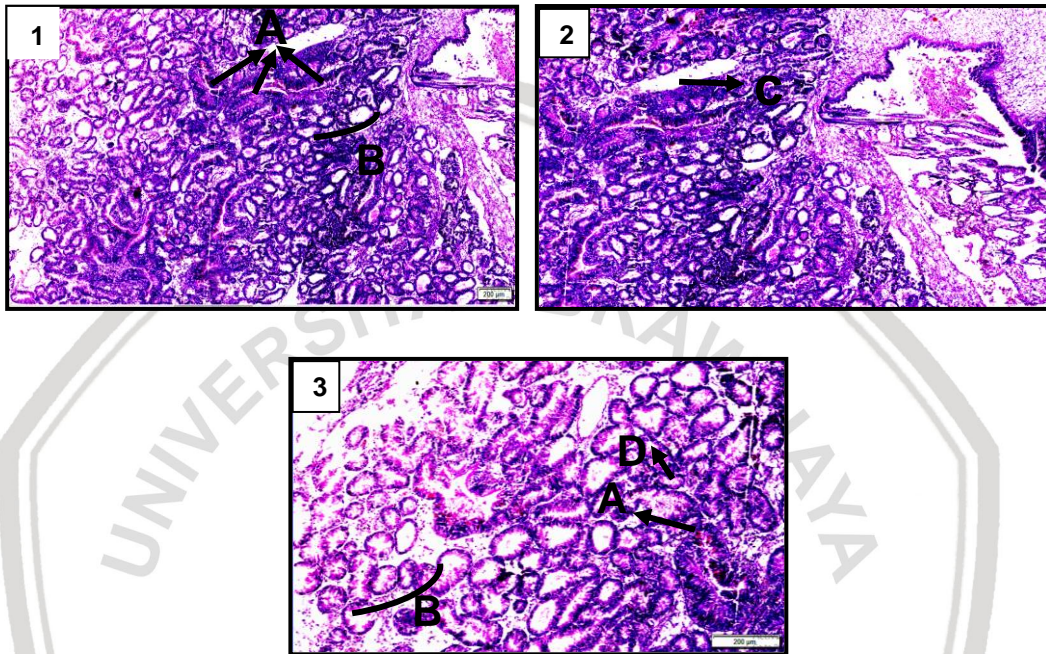
**b. Lambung *Crassostrea glomerata***

Gambar 13 menunjukkan struktur histopatologi lambung tiram (*Crassostrea glomerata*) pada sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan pada sub stasiun 3, yang terlihat pada gambar mengalami hiperplasia, nekrosis, vakuolisis dan atropi. Jumlah rata-rata kerusakan diseluruh lokasi ini sebesar 20,4%. Yang paling rusak di sub stasiun 1. Dapat dilihat pada lampiran 4 tabel 4.

Persentase histopatologi lambung pada stasiun pantai memiliki tingkat kerusakan tertinggi pada sub stasiun 1 dengan nilai kerusakan sebesar 7,3%. Disesuaikan dengan tabel kerusakan jaringan bahwa nilai tersebut berada pada skoring 1 dengan kategori kerusakan ringan. Kerusakan jaringan yang memiliki persentase tertinggi adalah nekrosis.

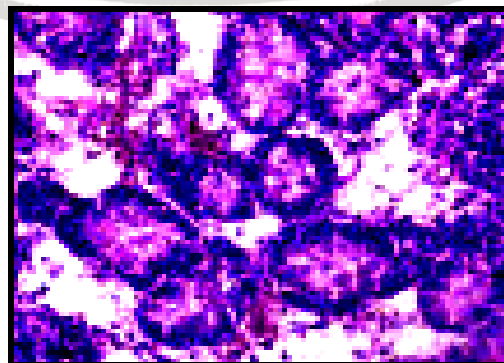
Nekrosis menggambarkan keadaan dimana terjadi penurunan aktivitas jaringan yang ditandai dengan hilangnya beberapa bagian sel satu demi satu dari satu jaringan sehingga dalam waktu yang tidak lama akan mengalami kematian.

Nekrosis dapat terjadi karena denaturasi protein plasma, dan pemecahan organel sel. Dapat juga disebabkan karena terinfeksi bakterial sehingga menyebabkan terakumulasinya sel darah putih (Rizki *et al.*, 2015). Pada sub stasiun tingginya pencemaran berasal dari konsentrasi amonia, fenol dan logam berat Hg yang melebihi standart baku mutu perairan.



**Gambar 13.** Gambar irisan lambung tiram (*Crassostrea glomerata*) pada skala 200 $\mu$ m (perbesaran 400x, mikroskop olympus BX 51, kamera Olympus DP 20). (1) Sub stasiun 1, (2) Sub stasiun 2, (3) Sub stasiun 3. Keterangan dari gambar kerusakan histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) yaitu sebagai berikut: (A) Hiperplasia (suatu proses pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel), (B) Nekrosis (struktur dinding lambung rusak parah, tidak berbentuk utuh), (C) Vakuolasis (ruang kosong yang tidak berisi sel), (D) Atropi (Penyusutan sel).

Gambar berikut ini merupakan contoh gambar yang belum rusak:



Karakter khusus untuk membandingkan, pada lambung sebelumnya sel masih utuh tidak pisah. Sedangkan pada lambung sesudahnya terlihat selnya berpisah atau gambar ngeblur. Sehingga hal ini dapat disebut dengan nekrosis. Nekrosis merupakan akibat kondisi sel yang tidak mampu lagi untuk memperbaiki kerusakan sel, maka akan menyebabkan terjadinya kematian sel atau nekrosis (Robbins dan Kumar, 1995).

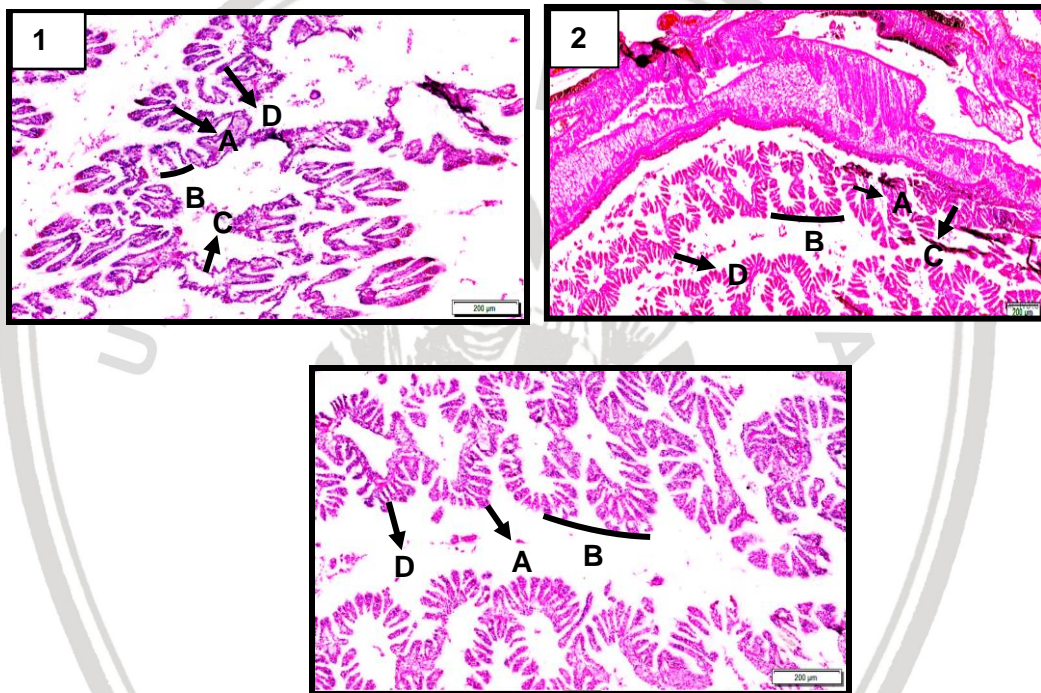
#### 4.4.3 Pantai 2

##### a. Insang *Crassostrea glomerata*

Gambar 14 menunjukkan struktur histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) pada sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan pada sub stasiun 3. Jumlah rata-rata kerusakan diseluruh lokasi ini sebesar 19,2%. Yang paling rusak adalah di sub stasiun 2. Toksisitas logam berat yang melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap organisme laut yang disebabkan oleh proses *anoxemia* yaitu terhambatnya fungsi pernapasan yaitu sirkulasi dan ekskresi dari insang. Unsur-unsur logam berat yang mempunyai pengaruh terhadap insang adalah timah, seng, besi, tembaga, kadmium dan merkuri (Ellis, 1937). Dapat dilihat pada lampiran 4 tabel 3.

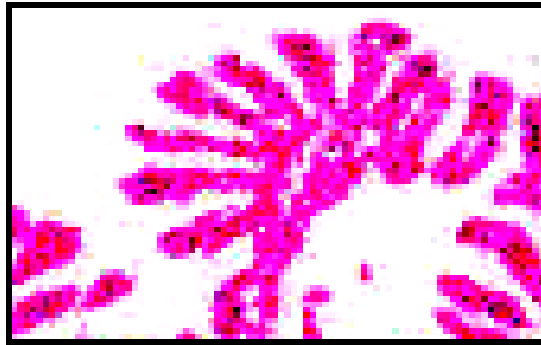
Persentase histopatologi insang pada stasiun pantai memiliki tingkat kerusakan tertinggi pada sub stasiun 1 dengan nilai kerusakan sebesar 6,5%. Disesuaikan dengan tabel kerusakan jaringan bahwa nilai tersebut berada pada skoring 1 dengan kategori kerusakan ringan. Kerusakan jaringan yang memiliki persentase tertinggi adalah atropi. Atropi ditandai adanya pengecilan (penyusutan) ukuran suatu sel, jaringan, organ atau bagian tubuh (Nurchayatun, 2007). Atropi berasal dari bahasa Yunani *Jatropha atrofi* yang berarti "tanpa nutrisi." Dalam istilah biologis merupakan penurunan signifikan dalam ukuran sel

dan organ di mana hal ini terjadi, karena hilangnya massa sel. Atrofi menunjukkan penurunan fungsi sel tetapi tidak mati. Atropi merupakan suatu keadaan yang tidak wajar dimana jumlah dan volume sel berada di bawah normal dan garis luar sel menjadi tidak dapat dibedakan bahkan sering kali nukleus menjadi kecil bahkan hilang sama sekali sehingga dapat mengakibatkan kematian sel (Takashima dan Hibiya, 1995). Pada sub stasiun tingginya pencemaran berasal dari konsentrasi amonia, fenol dan logam berat Hg yang melebihi standart baku mutu perairan.



**Gambar 14.** Gambar insang tiram (*Crassostrea glomerata*) pada skala 200μm (perbesaran 400x, mikroskop olympus BX 51, kamera Olympus DP 20). (1) Sub stasiun 1, (2) Sub stasiun 2, (3) Sub stasiun 3. Keterangan dari gambar kerusakan histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) yaitu sebagai berikut : (A) Hiperplasia (suatu proses pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel), (B) Nekrosis (struktur dinding insang rusak parah, tidak berbentuk utuh), (C) Vakuolisis (ruang kosong yang tidak berisi sel), (D) Atropi (Penyusutan sel).

Gambar berikut ini merupakan contoh gambar yang belum rusak:



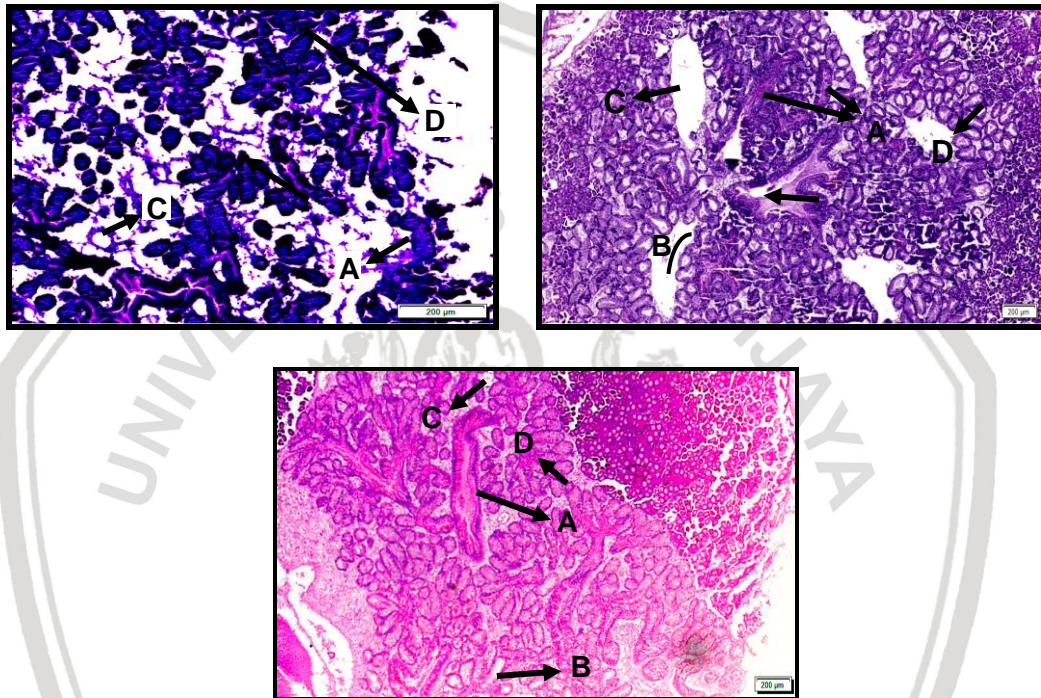
Karakter khusus untuk membandingkan insang sebelum dan sesudah rusak, pada insang yang sebelumnya normal tidak ada karakter khusus sedangkan pada insang sesudahnya mengalami atrofi. Atrofi adalah salah satu bentuk adaptasi yang ditandai oleh berkurangnya ukuran sel jaringan atau organ di dalam tubuh. Atrofi sel individual yang disertai peningkatan hilangnya sel atau berkurangnya penggantian sel yang hilang akhirnya menyebabkan ukuran organ mengecil dan jaringan menipis (Santi, 2010).

**b. Lambung *Crassostrea glomerata***

Gambar 15 menunjukkan struktur histopatologi lambung tiram (*Crassostrea glomerata*) pada sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan pada sub stasiun 3. Yang terlihat pada gambar mengalami hiperplasia, nekrosis, vakuolisis dan atrofi. Jumlah rata-rata kerusakan diseluruh lokasi ini sebesar 15,1%. Yang paling rusak di sub stasiun 2. Dapat dilihat pada lampiran 4 tabel 4.

Persentase histopatologi lambung pada stasiun pantai Prigi memiliki tingkat kerusakan tertinggi pada sub stasiun 1 pada lokasi dermaga dengan nilai kerusakan sebesar 5,8%. Disesuaikan dengan tabel kerusakan jaringan bahwa nilai tersebut berada pada skoring 1 dengan kategori kerusakan ringan. Kerusakan jaringan yang memiliki persentase tertinggi adalah vakuolisis. Vakuolisasi ditandai dengan sel-sel epitel tubulus yang kehilangan isi selnya

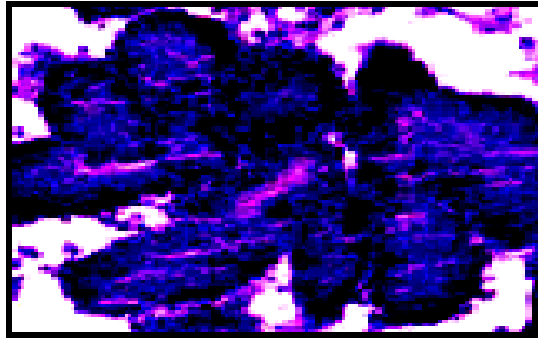
akan kosong atau disebut lisis. Secara mikroskopis, sitoplasma dari sel-sel yang terkena pencemaran logam berat tampak bervakuola dan banyaknya lipid yang tertimbun di dalam sel begitu besar sehingga inti sel terdesak ke satu sisi dan sitoplasma sel ditempati oleh satu vakuola besar yang berisi lipid (Anderson *et al.*,1994). Pada sub stasiun tingginya pencemaran berasal dari konsentrasi amonia, fenol, dan logam berat Hg yang melebihi standart baku mutu perairan.



**Gambar 15.** Gambar irisan lambung tiram (*Crassostrea glomerata*) pada skala 200µm (perbesaran 400x, mikroskop olympus BX 51, kamera Olympus DP 20). (1) Sub stasiun 1, (2) Sub stasiun 2, (3) Sub stasiun 3. Keterangan dari gambar kerusakan histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) yaitu sebagai berikut: (A) Hiperplasia (suatu proses pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel), (B) Nekrosis (struktur dinding lambung rusak parah, tidak berbentuk utuh), (C) Vakuolasis (ruang kosong yang tidak berisi sel, (D) Atropi (Penyusutan sel).

Gambar berikut ini merupakan contoh gambar yang belum rusak:





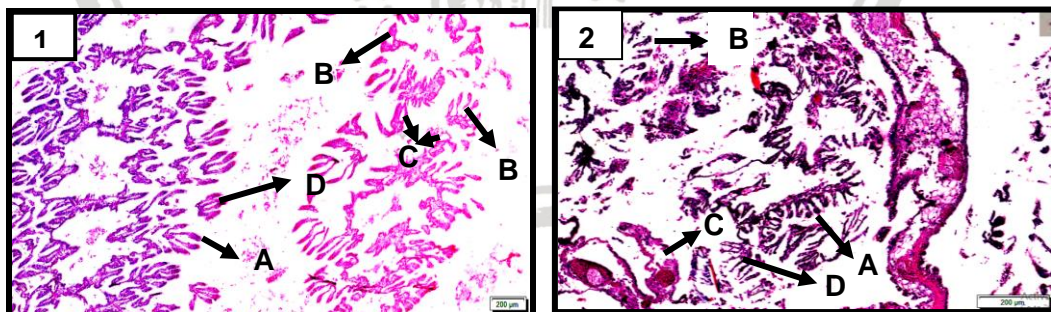
Karakter khusus untuk membandingkan, pada lambung sebelumnya sel masih utuh tidak berongga. Sedangkan pada lambung sesudahnya terlihat selnya membentuk vakuolasis. Vakuola atau ruang yang kosong pada lamela primer terjadi karena adanya nekrosis/kematian suatu sel atau sekelompok sel. Degenerasi vakuola atau pembekakan sel merupakan salah satu indikasi terjadinya perlemakan, pada keadaan ini sel tampak membesar. Perlemakan merupakan tahap awal terjadinya kerusakan. Perlemakan yang berlangsung lama dapat menyebabkan terjadinya kerusakan yaitu kongesti. Pada sel, kongesti didahului dengan pembengkakan sel dimana sel membesar mengakibatkan sinusoid menyempit sehingga aliran darah terganggu (Sukarni et al., 2012).

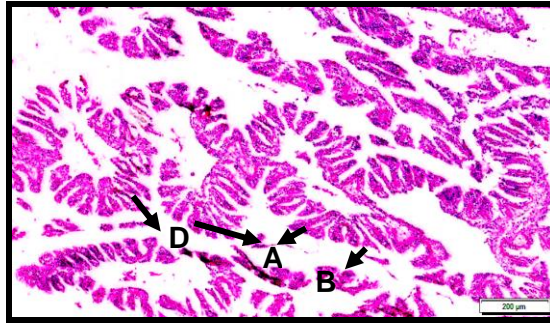
#### 4.4.4 Pantai 3

##### a. Insang *Crassostrea glomerata*

Gambar 16 menunjukkan struktur histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) pada sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan pada sub stasiun 3. Jumlah rata-rata kerusakan diseluruh lokasi ini sebesar 16,3%. Yang paling rusak adalah di sub stasiun 1. Insang merupakan organ yang berhubungan langsung dengan air sebagai media hidup biota laut. Pengaruh pencemaran di lingkungan akuatik dapat menyebabkan kerusakan insang seperti Edema, Hyperplasia, Nekrosis dan Atropi (Nurchayatun, 2007). Dapat dilihat pada lampiran 4 tabel 3.

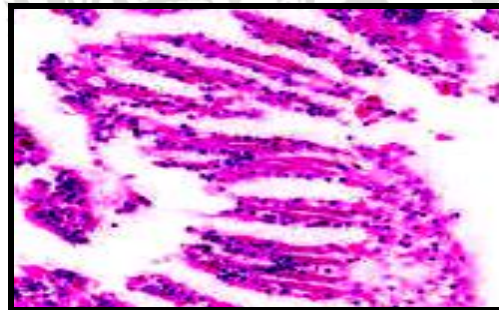
Persentase histopatologi insang pada stasiun pantai memiliki tingkat kerusakan tertinggi pada sub stasiun 1 dengan nilai kerusakan sebesar 6%. Disesuaikan dengan tabel kerusakan jaringan bahwa nilai tersebut berada pada skoring 1 dengan kategori kerusakan ringan. Kerusakan jaringan yang memiliki persentase tertinggi adalah atrofi. Atrofi adalah salah satu bentuk adaptasi yang ditandai oleh berkurangnya ukuran sel jaringan atau organ di dalam tubuh. Atrofi sel individual yang disertai peningkatan hilangnya sel atau berkurangnya penggantian sel yang hilang akhirnya menyebabkan ukuran organ mengecil dan jaringan menipis (Santi, 2011). Penyebab atrofi antara lain terjadinya mutasi (yang dapat merusak gen untuk membangun jaringan atau organ), sirkulasi dalam tubuh terganggu sehingga kekurangan nutrisi dari makanan dan oksigen, gangguan hormonal, gangguan saraf sehingga sel kurang digunakan seperti otot rangka atau kurangnya latihan atau penyakit intrinsik pada jaringan itu sendiri dan proses penuaan. Hormonal dan saraf menginervasi organ atau jaringan yang disebut sebagai trofik. Trofik menggambarkan kondisi trofik jaringan. keadaan trofik otot berkurang dikenal sebagai atrofi (Santi, 2011). Pada sub stasiun tingginya pencemaran berasal dari konsentrasi amonia, fenol dan logam berat Hg yang melebihi standart baku mutu perairan.





**Gambar 16.** Gambar insang tiram (*Crassostrea glomerata*) pada skala 200 $\mu$ m (perbesaran 400x, mikroskop olympus BX 51, kamera Olympus DP 20). **(1)** Sub stasiun 1, **(2)** Sub stasiun 2, **(3)** Sub stasiun 3. Keterangan dari gambar kerusakan histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) yaitu sebagai berikut : **(A)** Hiperplasia (suatu proses pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel), **(B)** Nekrosis (struktur dinding insang rusak parah, tidak berbentuk utuh), **(C)** Vakuolasis (ruang kosong yang tidak berisi sel), **(D)** Atropi (Penyusutan sel).

Gambar berikut ini merupakan contoh gambar yang belum rusak:



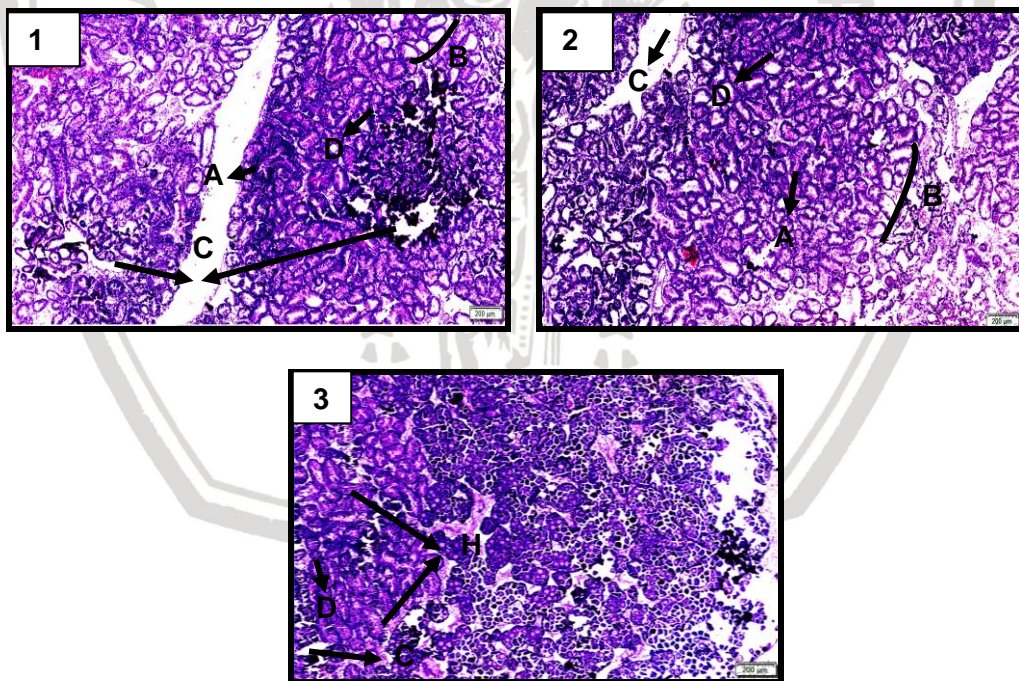
Karakter khusus untuk membandingkan insang sebelum dan sesudah rusak, pada insang yang sebelumnya normal tidak ada karakter khusus sedangkan pada insang sesudahnya mengalami atropi. Atropi yang dimaksud yaitu penyusutan sel-sel penyusun lamela primer pada insang akibat adanya zat toksik yang masuk ke dalam insang (Sukarni *et al.*, 2012).

#### **b. Lambung *Crassostrea glomerata***

Gambar 17 menunjukkan struktur histopatologi lambung tiram (*Crassostrea glomerata*) pada sub stasiun 1, sub stasiun 2 dan pada sub stasiun 3. Yang terlihat pada gambar mengalami hiperplasia, nekrosis, vakuolasis dan

atrofi. Jumlah kerusakan keseluruhan di lokasi ini berkisar 16,3%. Yang paling rusak adalah di sub stasiun 1. Dapat dilihat pada lampiran 4 tabel 4.

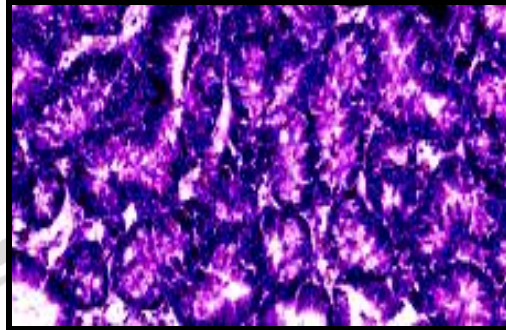
Persentase histopatologi lambung pada stasiun pantai memiliki tingkat kerusakan tertinggi pada sub stasiun 1 dengan nilai kerusakan sebesar 6,7%. Disesuaikan dengan tabel kerusakan jaringan bahwa nilai tersebut berada pada skoring 1 dengan kategori kerusakan ringan. Kerusakan jaringan yang memiliki persentase tertinggi adalah vakuolisasi. Vakuolisasi terbentuk karena terjadinya degenerasi jaringan. Degenerasi merupakan perubahan jaringan menjadi bentuk yang kurang aktif (Tavernarakis and Driscoll, 2001). Vakuolisasi memiliki gejala timbulnya seperti ruang kosong yang memiliki ukuran abnormal dibandingkan dengan yang lainnya. Pada sub stasiun tingginya pencemaran berasal dari konsentrasi amonia, fenol dan logam berat Hg yang melebihi standart baku mutu perairan.



**Gambar 17.** Gambar irisan lambung tiram (*Crassostrea glomerata*) pada skala 200µm (perbesaran 400x, mikroskop olympus BX 51, kamera Olympus DP 20). **(1)** Sub stasiun 1, **(2)** Sub stasiun 2, **(3)** Sub stasiun 3. Keterangan dari gambar kerusakan histopatologi insang tiram (*Crassostrea glomerata*) yaitu sebagai berikut: **(A)**

Hiperplasia (suatu proses pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel), **(B)** Nekrosis (struktur dinding lambung rusak parah, tidak berbentuk utuh), **(C)** Vakuolasis (ruang kosong yang tidak berisi sel, **(D)** Atropi (Penyusutan sel).

Gambar berikut ini merupakan contoh gambar yang belum rusak:



Karakter khusus untuk membandingkan, pada lambung sebelumnya sel masih utuh tidak berongga atau kosong. Sedangkan pada lambung sesudahnya terlihat selnya membentuk vakuolasis atau pembengkakan sel yang menyebabkan sinusoid menyempit, sehingga sitoplasma tampak keruh. Pembengkakan sel terjadi karena muatan elektrolit di luar dan di dalam sel berada dalam keadaan tidak setimbang, menyebabkan peningkatan masuknya cairan dari ekstraseluler ke dalam sel sehingga sel tidak mampu memompa cukup ion natrium ke luar. Hal ini menyebabkan sel kehilangan integritas membrannya.

#### 4.5 Analisa Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini adalah parameter fisika meliputi suhu. Pengukuran parameter kimia meliputi pH, Oksigen terlarut (DO), amonia, dan fenol. Adapun hasil pengukuran kualitas air yang ada di perairan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tabel Hasil pengukuran Kualitas Air

Parameter Kualitas Air	Sub Stasiun	Stasiun Penelitian			Standar Baku Mutu
		1	2	3	
Suhu (°C)	1	28,8	29,5	28,9	28-30°C (KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	28,3	29,2	29,0	
	3	28,2	28,9	29,3	
DO (ppm)	1	6,0	6,4	7,5	>5ppm (KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	7,9	6,1	6,3	
	3	7,3	7,9	6,3	
pH	1	8,3	8,2	8,4	7 – 8,5(KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	8,3	8,3	8,4	
	3	7,8	8,3	8,3	
Amonia (ppm) *	1	1,16	1,34	1,05	0,3ppm (KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	1,99	1,16	1,85	
	3	0,98	0,87	0,94	
Fenol (ppm) *	1	0,0215	0,0247	0,0120	0,01ppm (KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	0,0269	0,0229	0,0223	
	3	0,0085	0,0238	0,0093	

Berikut merupakan hasil pengukuran kadar logam berat yang ada di pantai dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Tabel Hasil pengukuran Kualitas Air

Logam berat	Sub Stasiun	Stasiun Penelitian			Standar Baku Mutu
		1	2	3	
Pb (ppm)	1	0,0080	0,0105	0,0088	0,008ppm (KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	0,0049	0,0027	0,0045	
	3	0,0017	0,0026	0,0019	
Cd (ppm)	1	0,0030	0,0041	0,0038	0,001ppm (KEPMEN LH No. 51 th 2004)
	2	0,0035	0,0027	0,0025	
	3	0,0012	0,0015	0,0011	
Hg (ppm) *	1	0,0051	0,0049	0,0054	0,001ppm(KEPME N LH No. 51 th 2004)
	2	0,0034	0,0039	0,0029	
	3	0,0017	0,0015	0,0020	

Keterangan \* : Melebihi baku mutu air laut.

#### 4.5.1 Parameter Fisika

##### a. Suhu

Hasil pengukuran suhu pada penelitian ini didapatkan kisaran suhu pada stasiun 1 sebesar 28,2-28,8°C, pada stasiun 2 sebesar 28,9°C-29,5°C dan pada stasiun 3 sebesar 28,9°C-29,3°C. Berdasarkan data hasil pengukuran suhu dapat diketahui bahwa suhu yang didapatkan pada stasiun 1-3 stabil atau optimal dan

tidak menunjukkan fluktuasi yang besar hal, dikarenakan kondisi cuaca pada saat penelitian berlangsung relatif cerah, dan intensitas cahaya matahari lebih banyak yang masuk ke perairan.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Prasojo (2012), yang menjelaskan bahwa suhu yang sesuai untuk bivalvia berkisar antara 28°C-31°C. Selanjutnya Kastoro (1988), menyatakan bahwa kisaran suhu normal bagi kerang-kerangan dapat hidup di daerah tropis yaitu 20°C-35°C dengan fluktuasi tidak lebih dari 5°C. Bagi Bivalvia, suhu merupakan salah satu faktor pengontrol tingkat pertumbuhan. Suhu berperan secara langsung terhadap proses fisiologi hewan, khususnya untuk mengatur kehidupan biota perairan dalam proses metabolisme dan siklus reproduksinya (Herawati, 2008). Suhu air laut dipengaruhi oleh cuaca, kedalaman air, gelombang, waktu pengukuran, pergerakan konveksi, letak ketinggian dari muka laut (*altitude*), *upwelling*, musim, konvergensi, divergensi, dan kegiatan manusia di sekitar perairan tersebut serta besarnya intensitas cahaya yang diterima perairan (Farita, 2006).

Suhu merupakan faktor yang penting karena mempengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembangbiakan dari organisme tersebut. Pengaruh suhu dapat terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung dapat terjadi pada proses metabolisme, distribusi dan kelimpahan beberapa jenis, sedangkan secara tidak langsung terjadi pada proses kematian organisme akibat kehabisan air yang menyebabkan meningkatnya suhu di perairan (Nybakken, 1988). Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan. Organisme akuatik memiliki kisaran suhu tertentu (batas atas dan bawah) yang disukai bagi pertumbuhannya (Effendi 2003). Menurut

Broom (1985), kerang dapat hidup pada suhu air antara 25°C-32,8°C sedangkan menurut Tussullus (2003), kisaran suhu yang menunjang kehidupan organisme moluska berkisar antara 35°C-40°C.

#### 4.5.2 Parameter Kimia

##### a. Derajat keasaman (pH)

Hasil pengukuran pH pada penelitian ini didapatkan kisaran pH pada stasiun 1 sebesar 7,8-8,3, pada stasiun 2 sebesar 8,2-8,3, dan pada stasiun 3 sebesar 8,3-8,4 adalah relative stabil untuk kehidupan organisme yang ada diperairan.

Hal ini sesuai dengan pendapat dari Effendi (2003), bahwa organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam mentoleransi pH perairan. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Menurut Pennak (1978), pH yang mendukung kehidupan moluska berkisar antara 5,7-8,4. Perubahan pH pada perairan laut biasanya sangat kecil karena adanya turbulensi massa air yang selalu menstabilkan kondisi perairan. Perubahan pH sedikit saja akan mengakibatkan nilai alami sistem buffer terganggu yang selanjutnya akan mempengaruhi keseimbangan faktor kimia perairan (Odum, 1971).

Menurut Hasri (2004), derajat keasaman (pH) yang dimiliki perairan laut senantiasa berada dalam keseimbangan karena perairan laut memiliki sistem penyangga (*buffer capacity*) yang mampu mempertahankan nilai pH. Nilai pH yang berkisar antara 7-7,5 merupakan nilai yang baik untuk pertumbuhan molusca, krustase dan mangrove. pH 7,0-8,5 termasuk baik untuk perkembangan moluska sebab pH yang kurang dari 5 dan lebih besar dari 9 menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi makrozoo benthos (Yona, 2002).



**b. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)**

Hasil pengukuran DO saat penelitian ini didapatkan kisaran DO pada stasiun 1 sebesar 6,0-7,9 ppm, pada stasiun 2 sebesar 6,1-7,9 ppm dan pada stasiun 3 sebesar 6,3-7,5 ppm. Dari hasil pengukuran, konsentrasi oksigen terlarut pada semua stasiun berada di atas 5 mg/l. Menurut Wedemeyer (1996), bahwa batas aman yang dibutuhkan untuk memenuhi peningkatan sementara laju konsumsi oksigen yang berkaitan dengan aktivitas renang, proses makan yang berlebihan dan peningkatan karbondioksida. Kisaran konsentrasi oksigen yang lebih aman dalam budidaya perairan antara 5 - 7 mg/l.

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam air dan merupakan faktor pembatas bagi biota perairan. Pada umumnya, apabila suhu perairan mengalami kenaikan maka konsumsi oksigen pada biota juga akan bertambah. Menurut Effendi (2003), menjelaskan bahwa kenaikan suhu 1°C akan menaikkan oksigen sebesar sepuluh kali lipat. Perbedaan kadar kelarutan oksigen disebabkan oleh waktu pengukuran dan suhu perairan.

Kandungan oksigen terlarut mempengaruhi keanekaragaman organisme dalam suatu ekosistem perairan. Perairan dengan kandungan oksigen yang cukup stabil akan memiliki jumlah spesies yang lebih banyak. Pada suatu area dimana kandungan oksigen terlarutnya sebesar 1,0-2,0 ppm maka organisme moluska masih dapat bertahan hidup karena mereka dapat beradaptasi pada kandungan oksigen yang rendah, seperti halnya *Bivalvia* dari famili *Ostreidae*. Pada pasang surut, mereka akan menutup cangkang dan melakukan respirasi anaerob, karena kandungan oksigen yang rendah (Tussulus, 2003).

**b. Amonia (NH<sub>3</sub>)**

Hasil pengukuran amonia (NH<sub>3</sub>) saat penelitian ini didapatkan kisaran amonia (NH<sub>3</sub>) pada stasiun 1 sebesar 0,98-1,99 ppm, pada stasiun 2 sebesar

0,87-1,34 ppm dan pada stasiun 3 sebesar 0,94-1,85 ppm. Nilai amonia ( $\text{NH}_3$ ) disemua stasiun sudah melebihi baku mutu air laut, jika kadar amonia lebih dari 0,2mg/L maka akan bersifat toksik bagi beberapa organisme, kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 51 Tahun 2004 untuk kadar amonia yang dapat ditoleren hanya 0,2 mg/L di dalam air laut. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2004 untuk kehidupan biota laut berkisar antara 0,3 mg/l.

Salah satu komponen biota akuatik yang sangat berpotensi terkena dampak toksisitas amonia dan logam berat yang terkandung di perairan adalah organisme benthik (makrobentos) seperti Bivalvia dan Gastropoda (Sudarso, 2008). Di perairan, amonia umumnya terlarut dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$ . Konsentrasi amonia dalam suatu perairan harus diatur secara hati-hati karena amonia yang tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) dapat menjadi sangat beracun bagi makhluk hidup. Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi peningkatan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu di perairan. Pada pH 7 atau kurang sebagian besar amonia akan mengalami ionisasi, sebaliknya pada pH lebih besar dari 7 amonia tidak terionisasi dan akan bersifat toksik (Effendi, 2003).

Menurut Astrini *et al.* (2014), terdapatnya amonia didalam perairan kemungkinan menunjukkan permulaan adanya pencemaran yang diindikasikan dengan timbulnya bau yang menyengat. Tingginya kandungan amonia di daerah penelitian menunjukkan tingginya kandungan bahan organik. Senyawa amonia dapat berasal dari kegiatan pertanian, limbah domestik dan limbah industri yang ada di sekitar lokasi penelitian. Dan amonia juga bisa berasal dari urine, feses, sisa pakan yang dihasilkan oleh ikan.

### c. Fenol

Hasil pengukuran fenol saat penelitian ini didapatkan kisaran fenol pada stasiun 1 sebesar 0,0085-0,0269 ppm, pada stasiun 2 sebesar 0,0229-0,0247 ppm dan pada stasiun 3 sebesar 0,0093-0,0223 ppm. Senyawa fenol dihasilkan dari proses pemurnian minyak, industri kimia, tekstil, plastik, dan lain-lain. Kadar alami fenol diperairan sangat kecil, hanya beberapa  $\mu\text{g/liter}$ . Keberadaan fenol diperairan mengakibatkan perubahan sifat organoleptik air, sehingga kadar fenol yang diperkenankan terdapat pada air minum adalah 0,001 mg/liter. Pada kadar yang lebih dari 0,01 mg/liter, fenol bersifat toksik bagi organisme diperairan termasuk tiram (Unesco/Who/Unep, 1992 dalam Effendi, 2003).

Senyawa fenol merupakan salah satu bahan pencemar yang sering menimbulkan masalah di lingkungan. Bahkan menurut Dong *et al.* (1992), senyawa fenol merupakan jenis polutan yang berbahaya karena bersifat toksik. Senyawa fenol dalam perairan memiliki sifat racun terhadap organisme hidup yaitu pada kisaran 1000 g/L untuk fenol, 200 g/L untuk kresol, 50 g/L untuk 4-klorofenol, 15 g/L untuk 2-klorofenol, dan 5 g/L untuk 2,4-diklorofenol (Dojlido, 1993). Senyawa fenol lainnya yang juga beracun adalah penta klorofenol (PCP) (Ipcs, 1995).

Fenol dikenal sangat reaktif terhadap jaringan tubuh manusia, dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan. Fenol juga beracun terhadap sistem pernafasan dan dapat mengakibatkan rusaknya jaringan sistem saraf apabila termakan atau terhisap terus-menerus. Efek racun ini akan bertambah besar dengan banyaknya substituen yang terikat pada fenol terutama gugus klor (Pusarpedal, 2006). Senyawa fenol seringkali dijumpai dalam lingkungan perairan yang berasal dari aliran air lumpur pemboran minyak bumi, buangan limbah rumah tangga, dan industri (Mulyono *et al.*, 1999). Fenol dan senyawanya dapat menjadi salah satu bahan pencemar air yang masuk ke

dalam perairan melalui limbah cair dari berbagai industri antara lain seperti batubara, manufaktur fenol, farmasi, resin, cat, tekstil, kulit, petrokimia, pulpmill (Saha *et al.*, 1999). Limbah fenol juga dapat berasal dari pestisida non spesifik, herbisida, bakterisida dan fungisida, maupun berasal dari berbagai proses industri yang digunakan pada gasifikasi batubara dan kilang minyak (Gupta *et al.*, 1983).

#### 4.5.3 Logam Berat

##### a. Timbal (Pb)

Hasil pengukuran Pb saat penelitian ini didapatkan kisaran Pb pada stasiun 1 sebesar 0,0017-0,0080 ppm, pada stasiun 2 sebesar 0,0026-0,0105 ppm dan pada stasiun 3 sebesar 0,0019-0,0088 ppm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb masih dibawah ambang batas. Status tingkat pencemaran logam berat di perairan ditentukan menurut petunjuk baku mutu logam berat Pb pada air berdasarkan ketetapan KMNLH No. 51 Tahun 2004 yaitu 0,008 ppm. Standar baku mutu cemaran logam berat Pb untuk kehidupan organisme laut (Bivalvia) ditentukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 7387 tahun 2009 BSN, dengan batas maksimum dalam pangan kekerangan (Bivalvia) Sebesar 1,5 mg/kg.

Tingginya kandungan logam Pb dalam air laut diduga berasal dari aktivitas dokker kapal, dimana pada kawasan ini ditemukan adanya aktivitas seperti pengecatan kapal, pembersihan kapal, pengelasan kapal serta pembuatan kapal sehingga menimbulkan adanya pencemaran logam Pb. Cat kapal yang dipakai untuk aktivitas ini diduga mengandung logam Pb. Menurut Rusli (2015), terdapat kandungan timbal (Pb) di dalam cat yang berfungsi untuk lebih cepat kering dan penghambat pengkaratan pada permukaan logam. Bisa juga disebabkan oleh penggunaan perahu motor sebagai alat transportasi air dengan bahan bakar

yang ditambah dengan zat tetraethyl yang mengandung Pb. Hasil buangan limbah Pb dari bahan bakar perahu motor tersebut menyebabkan kadar Pb di perairan menjadi tinggi (Rochyatun *et al.*, 2006). Aktivitas pelabuhan dapat menjadi salah satu sumber pencemaran logam berat di perairan sekitarnya.

**b. Kadmium (Cd)**

Hasil pengukuran Cd saat penelitian ini didapatkan kisaran Cb pada stasiun 1 sebesar 0,0012-0,0030 ppm, pada stasiun 2 sebesar 0,0015-0,0041 ppm dan pada stasiun 3 sebesar 0,0011-0,0038 ppm. Berdasarkan pedoman baku mutu lingkungan menurut Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEPMEN LH No.51/MenKLH/2004, ambang batas logam berat Cd untuk penggunaan sebagai pelabuhan adalah 0,01 ppm, untuk wisata bahari 0,002 ppm dan untuk kehidupan organisme laut adalah 0,001 ppm.

Sumber logam berat Cd di laut, berasal dari sumber yang bersifat alami dari lapisan kulit bumi seperti masukan dari daerah pantai yang berasal dari sungai-sungai dan abrasi pantai akibat aktivitas gelombang, masukan dari laut dalam yang berasal dari aktivitas geologi gunung berapi laut dalam dan masukan dari udara yang berasal dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu. Logam berat Cd juga dapat berasal dari aktivitas manusia, seperti limbah pasar dan limbah rumah tangga, aktivitas transportasi laut dan aktivitas perbaikan kapal laut (Sudarmaji *et al.*, 2006).

**b. Merkuri (Hg)**

Hasil pengukuran Cd saat penelitian ini didapatkan kisaran Hg pada stasiun 1 sebesar 0,0017-0,0051 ppm, pada stasiun 2 sebesar 0,0015-0,0049 ppm dan pada stasiun 3 sebesar 0,0020-0,0054 ppm. Kandungan merkuri di perairan sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan KEPMEN LH No. 51 tahun 2004 yaitu sebesar 0,001 ppm. Oleh karena itu, kadar Hg masih dibawah ambang batas.

Terdapatnya merkuri dalam perairan tidak hanya karena adanya buangan limbah ke perairan, tetapi merkuri ada secara alami yang berasal dari kegiatan-kegiatan gunung api, rembesan-rembesan air tanah yang melewati daerah deposit merkuri dan lain-lainnya. Namun demikian, masuknya merkuri ke dalam suatu tatanan lingkungan tertentu secara alamiah, tidak menimbulkan efek-efek merugikan bagi lingkungan karena masih dapat ditolerir oleh alam itu sendiri. Merkuri menjadi bahan pencemar sejak manusia mengenal industri (Palar, 2004).



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian mengenai histopatologi pada insang dan lambung tiram *Crassostrea glomerata* pada 3 lokasi pantai dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi kualitas air di wilayah perairan pantai untuk suhu, ph, DO dan logam berat pb, cd masih dalam kondisi aman, sedangkan untuk amonia, fenol dan logam berat hg diatas baku mutu air laut.
2. Dari ke-3 stasiun kerusakan yang diamati yaitu hiperplasia, nekrosis, vakuolisis, dan atropi. Berdasarkan pemeriksaan anatomi jaringan tiram *Crassostrea glomerata* persentase kerusakan semuanya dalam kategori ringan-sedang.

### 5.2 Saran

Hasil evaluasi kualitas air beberapa sudah menunjukkan diambang batas. Diharapkan pemerintah secara teratur survey atau memonitoring kualitas perairan dan tetap menjaga kebersihan disekitar pantai agar tidak melebihi ambang batas. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan jangka waktu yang panjang.