

**PROFIL HEMOSIT TIRAM *Crassostrea cucullata* DI WILAYAH PANTAI  
PASURUAN DAN SITUBONDO JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

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

Oleh :

**SURYANTO  
135080101111118**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

**PROFIL HEMOSIT TIRAM *Crassostrea cucullata* DI WILAYAH PANTAI  
PASURUAN DAN SITUBONDO JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

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

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk meraih Gelar Sarjana Perikanan  
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

Oleh :

**SURYANTO  
135080101111118**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2019**

SKRIPSI

PROFIL HEMOSIT TIRAM *Crassostrea cucullata* DI WILAYAH PANTAI PASURUAN DAN SITUBONDO JAWA TIMUR

LEMBAR PENGESAHAN

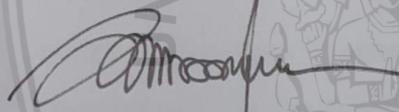
Oleh :

SURYANTO  
NIM. 135080101111118

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Agus Maizar S.H., S.Pi, MP

Dr. Ir. Muhammad Musa, MS

NIP. 19720529 2003121 1 001

NIP. 19570507 198602 1 002

Tanggal : 20 DEC 2019

Tanggal : 20 DEC 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP



Dr. Ir. Muhamad Firdaus, MP

NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal: 20 DEC 2019

**IDENTITAS TIM PENGUJI**

Judul : PROFIL HEMOSIT TIRAM *Crassostrea cucullata*  
DI WILAYAH PANTAI PASURUAN DAN  
SITUBONDO JAWA TIMUR

Nama : Suryanto

NIM : 135080101111118

Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan

**PENGUJI PEMBIMBING**

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Agus Maizar S. H., S.Pi, MP

Dosen Pembimbing 2 : Dr. Ir. Muhammad Musa, MS

**DOSEN PENGUJI BUKAN PEMBIMBING**

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS

Dosen Penguji 2 : Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D

Tanggal Ujian : 5 Desember 2019

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul “**Profil Hemosit Tiram *Crassostrea cucullata* Di Wilayah Pantai Pasuruan Dan Situbondo Jawa Timur**” yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat kata atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Malang, 27 Juli 2019

Suryanto  
NIM. 135080101111118

## RINGKASAN

**Suryanto.** Skripsi tentang Profil Hemosit Tiram *Crassostrea cucullata* Di Pantai Pasuruan Dan Situbondo Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi, MP** dan **Dr. Ir. Muhammad Musa, MS**).

---

Tiram *Crassostrea cucullata* merupakan hewan yang mudah terkontaminasi logam berat karena bersifat *filter feeder*. Bahan pencemar yang terakumulasi ke dalam tubuh tiram dapat berpengaruh terhadap respon imun tiram *Crassostrea cucullata* dalam hal ini dilihat dari profil hemosit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 yang bertujuan untuk menganalisis profil hemosit yang terdiri dari *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) yang diambil di lokasi pantai Pasuruan dan pantai Situbondo serta menganalisis pengaruh faktor fisika dan kimia terhadap ekspresi hemosit tiram. Metode yang digunakan adalah survei yang dijelaskan secara deskriptif. Lokasi yang tercemar adalah pantai Pasuruan dan pantai Situbondo dengan masing-masing diamati 3 stasiun pengambilan sampel pengamatan. Sampel tiram kemudian diambil hemositnya untuk dilakukan analisis THC dan DHC. Faktor fisika dan kimia seperti suhu, pH, oksigen terlarut (DO), salinitas, ammonia, Fenol, Pb, Cd, dan Hg diukur pada air. *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram dari Pantai Pasuruan dengan kisaran rata-rata  $47,00 \times 10^4 - 74,00 \times 10^4$  sel/ml menunjukkan bahwa tiram *crassostrea cucullata* terkontaminasi hal itu dibuktikan dengan peningkatan hemosit pada tubuh tiram tersebut. sedangkan untuk Pantai Situbondo diperoleh kisaran rata-rata  $66,00 \times 10^4 - 72,50 \times 10^4$  sel/ml. bahan *Differential Haemocyte Count* (DHC) diperoleh sel granulosit dengan nilai tertinggi di Situbondo dengan nilai rata-rata 43.69% - 50.20%, semi granulosit 21.64% - 35.32%, dan hyalinosit 25.54% - 32,51% menunjukkan bahwa tiram *crassostrea cucullata* terkontaminasi logam berat (Cd, Hg) hal itu dibuktikan dengan peningkatan hemosit pada tubuh tiram tersebut.

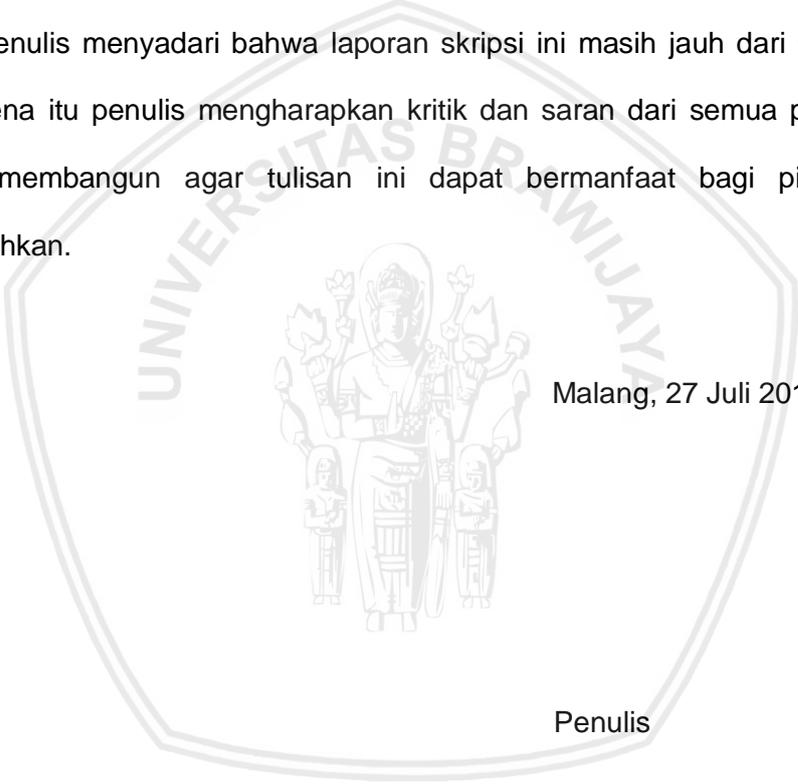
Faktor fisika dan kimia seperti (suhu, pH, DO, salinitas, ammonia, BOD) didapatkan hasil suhu berkisar antara  $22,3^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$  menunjukkan kisaran suhu yang sesuai dengan kelangsungan hidup tiram. pH 8, DO 3,19 mg/l – 7,9 mg/l, salinitas 16 ppt– 32 ppt, amonia didapatkan hasil 0,348 mg/l – 1,985 mg/l, dan BOD didapatkan hasil 1,41 ppm - 7 ppm menunjukkan kisaran kualitas air yang sesuai dengan kelangsungan hidup tiram. Sedangkan untuk hasil logam berat Pb didapatkan nilai 0,008 mg/l – 0,035 mg/l, logam berat Cd didapatkan nilai 0,008 mg/l – 0,021 mg/l dan untuk logam berat Hg didapatkan nilai 0,005 mg/l – 0,011 mg/l. kualitas air dan logam berat pada pantai pasuruan dan situbondo tergolong tercemar. perlu dilakukan suatu pengawasan dan pengendalian lebih lanjut terhadap pencemaran di kedua lokasi tersebut.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Profil Hemosit Tiram *Crassostrea cucullata* Di Wilayah Pantai Pasuruan Dan Situbondo Jawa Timur**”. Tujuan dibuatnya laporan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

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



Malang, 27 Juli 2019

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan dalam membantu kelancaran hingga penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Kepada Allah Yang Maha Esa yang telah melancarkan segala urusan hingga menjadi sarjana S.Pi
2. Nabi Muhammad Saw yang telah menuntun kami ummatnya untuk selalu dalam naungan ilmu yang bermanfaat untuk sesama.
3. Kedua orang tua, bapak Abdurrahman (almarhum) dan ibu suhani (almarhumah) yang saya yakin masih mendoakan saya dari alam kuburnya.
4. Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi, MP selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dr. Ir. Muhammad Musa, MS selaku Dosen Pembimbing 2 atas kesediaan waktunya untuk membimbing penulis hingga terselesaikan laporan skripsi ini.
5. Teman-teman bimbingan (Pak Asus) (Bela Surya K, Fachri Ekky, Cornelius F, Sfrintadevi Nindy, Khoirun Nisa , Aster Celine R, Fitria, Septian Bagus, Anandita , Benny P, Fany Saraswati dan lainnya) yang menemani susah ataupun duka.
6. Teman-teman kontrakan (Moch. Naufal Irfansyah, I Kadek Yoga, M. Ali Dofir, Kang Wisnu Ady, Helmi Permana, Ali Febriana M dan Mas Priyandaru) yang selalu memberikan dorongan dan semangatnya.
7. Teman-teman FAM 13 yang selalu memberi semangat dan masukan terhadap penelitian ini.

Malang, 27 Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
IDENTITAS TIM PENGUJI .....	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	v
RINGKASAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Kegunaan penelitian .....	4
1.4 Waktu dan Tempat .....	4
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Biologi <i>Cassostrea cucullata</i> .....	5
2.1.1 Morfologi .....	5
2.1.2 Klasifikasi .....	6
2.1.3 Fisiologi .....	7
2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan .....	8
2.1.5 Mekanisme Penyerapan Makanan pada Tiram .....	9
2.1.6 Habitat .....	9
2.2 Hemosit .....	10
2.3 Mekanisme Penyerapan Logam Berat .....	13
2.4 Respon Imun Bivalvia terhadap Bahan Pencemar .....	14
2.5 Parameter Kualitas Air .....	16
2.5.1 Suhu .....	16
2.5.2 Derajat Keasaman (pH) .....	17
2.5.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	18
2.5.4 Salinitas .....	19
2.5.5 Amonia .....	20
2.5.6 Fenol .....	21
2.5.7 Logam Berat Timbal (Pb) .....	22
2.5.8 Logam Berat Cadmium (Cd) .....	24
2.5.9 Logam Berat Merkuri (Hg) .....	25



<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Materi Penelitian .....	28
3.2 Alat dan Bahan.....	28
3.3 Metode Penelitian .....	28
3.4 Alur Tahapan Penelitian .....	30
3.5 Penentuan Stasiun.....	30
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	31
3.5.1 Pengambilan <i>Crassostrea cucullata</i> dan Air Sampel .....	31
3.5.2 THC ( <i>Total Haemocyte Count</i> ) dan DHC ( <i>Differential Haemocyte Count</i> ) .....	33
3.5.3 Analisis Kualitas Air.....	34
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 1 (Pasuruan).....	37
4.1.1 Stasiun Pengamatan 1 .....	38
4.1.2 Stasiun Pengamatan 2 .....	39
4.1.3 Stasiun Pengamatan 3 .....	39
4.2 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 2 (Situbondo).....	40
4.2.1 Stasiun Pengamatan 1 .....	41
4.2.2 Stasiun Pengamatan 2 .....	41
4.2.3 Stasiun Pengamatan 3 .....	42
4.3 Sebaran Ukuran Sampel Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> .....	43
4.5 Hasil Analisis <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> .....	44
4.6 Hasil Analisis <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC) tiram <i>Crassostrea cucullata</i> .....	47
4.6.1 Granulosit.....	47
4.6.2 Semi Granulosit.....	49
4.6.2 Hyalinosit .....	50
4.7 Analisis Kualitas Air.....	52
4.7.1 Parameter Fisika .....	53
4.7.2 Parameter Kimia.....	54
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Pengukuran Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> di Pantai Pasuruan dan Situbondo.....	43
2. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Pantai Pasuruan dan Situbondo.....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Crassostrea cucullata</i> .....	7
2. Hemosit Meretrix lusoria yang diwarnai dengan Mei-Grunwald giemsa pada mikrograf cahaya (a) eosinophilic besar granulosit; (b) granulosit eosinophilic; (c) hyalinosit; (d) blast-like sel <i>Cassostrea gigas</i> (Chang <i>et al.</i> 2005). .....	12
3. Alur Tahapan Penelitian.....	30
4. Bagian Panjang dan Lebar Tiram (Galtsoff, 1964) .....	32
5. Stasiun Pengamatan 1 (Mangrove).....	38
6. Stasiun Pengamatan 2 (TPI) Lekok.....	39
7. Stasiun Pengamatan 3 (Mangrove).....	40
8. Stasiun Pengamatan 1 (Pantai Pasir Putih) .....	41
9. Stasiun Pengamatan 2 (Pantai Blitok).....	42
10. Stasiun Pengamatan 3 (Pelabuhan Besuki) .....	42
11. Hasil pengamatan granulosit, semi granulosit, hyalinosit .....	44
12. Profil hemosit (A: Granulosit; B: Semi granulosit; dan C: Hyalinosit) .....	45
13. Grafik Data Pengamatan THC di Pantai Pasuruan Dan Pantai Situbondo ..	45
14. Grafik Hasil Pengamatan Sel Granulosit Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> Pantai Pasuruan Dan Pantai Situbondo. ....	47
15. Grafik Hasil Pengamatan Sel Semi Granulosit pada Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo. ....	49
16. Grafik Hasil Pengamatan Sel Hyalinosit pada Tiram <i>Crassostrea cucullata</i> di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo.....	51



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat yang digunakan untuk penelitian.....	73
2. Bahan yang digunakan untuk penelitian.....	74
3. Peta Lokasi Penelitian .....	75
4. Data hasil Total <i>Haemocyte Count</i> (THC) .....	77
5. Data hasil <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC).....	78
6. Analisa Data .....	79
7. Gambar Hasil Pengamatan.....	83
7. Tambahan .....	84
8. Dokumentasi Kegiatan.....	85



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan areal pertemuan antara daratan dengan laut yang saling memberikan pengaruh satu sama lain. Menurut Nontji (2002) dan Sutrisno (2014), wilayah pesisir merupakan wilayah terjadinya pertemuan antara daratan dan laut. Pada bagian daratan masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan intrusi garam, sedangkan bagian laut mencakup daerah laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang ada di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar serta daerah yang dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan manusia dari daratan. Pencemaran di kawasan pesisir dapat disebabkan oleh aktifitas manusia seperti kegiatan industri, pertambangan, perikanan dan pertanian (Sukimin, 2007; Effendy, 2009).

Menurut Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi Jawa Timur (2018), terdapat 218 industri yang memberikan sumbangan limbah dengan potensi limbah sebesar  $\pm 49$  jt ton/tahun, ditambah limbah B3 dari 215 rumah sakit (limbah medis) yang terus meningkat sebesar  $\pm 1.9$  Jt ton/tahun. Potensi limbah di Jawa Timur secara keseluruhan adalah sekitar  $\pm 170$  jt ton/tahun. Sementara itu, kabupaten Pasuruan merupakan daerah industri yang maju sehingga tidak akan lepas dari masalah lingkungan yang disebabkan oleh aktifitas industri tersebut. Kawasan industri di Pasuruan kebanyakan dilalui oleh sungai yang menjadi tempat pembuangan limbah pabrik dan menjadi tempat pembuangan limbah rumah tangga. Limbah-limbah tersebut dapat mengandung bahan berbahaya bagi masyarakat ataupun biota yang ada di perairan. Selain itu, kawasan pesisir pantai Pasuruan memiliki Pelabuhan Perikanan tepatnya di daerah Kecamatan Lekok. Pelabuhan Perikanan tersebut merupakan tempat beraktivitasnya warga lokal yang digunakan untuk tempat jual beli ikan dan

tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. Hal tersebut dapat menyumbangkan asupan limbah pada perairan di wilayah tersebut (Aminah *et al.*, 2016).

Pantai Pasir Putih dan pantai Blitok merupakan deretan pesisir pantai yang terdapat di Kabupaten Situbondo. Pantai Pasir Putih menjadi salah satu objek wisata yang menarik untuk dikunjungi. Banyak terdapat hotel-hotel dan rumah makan serta spot foto yang menawan untuk pengunjung. Sementara itu, pada pantai Blitok terdapat pelabuhan kecil yang dijadikan tempat bersandar kapal-kapal nelayan. Banyaknya aktivitas di wilayah pesisir pantai tersebut tentu memiliki efek samping terhadap lingkungan, yakni masuknya limbah-limbah yang dapat mencemari dan merusak lingkungan. Semakin banyak aktivitas manusia maka semakin banyak asupan limbah yang masuk ke lingkungan (Anrosana dan Gemaputri, 2017).

Tiram merupakan salah satu sumberdaya laut yang dijumpai di Indonesia. Tiram tumbuh menempel pada substrat keras di pantai. Tiram juga dapat disebut sebagai organisme *filter feeder* karena kemampuannya dalam mendapatkan makanan dengan cara menyaring air yang ada di sekitar tempat hidupnya. Tiram mampu mengakumulasi konsentrasi logam berat yang ada di dalam air laut, sehingga dapat digunakan untuk uji pemantauan tingkat akumulasi logam berat diperairan (Wulandari, *et al.*, 2012). Organisme memiliki sifat sesil atau menetap yang dapat dijadikan sebagai biomarker terhadap stress lingkungan dan mencerminkan kondisi suatu lingkungan (Werner *et al.*, 2003)

Sistem peredaran darah bivalvia adalah sistem peredaran darah terbuka dan memiliki hemolim yang berlimpah. Hemosit terdapat dalam hemolim yang beredar ke seluruh organ dan berperan untuk menentukan pertahanan internal. Setiap perubahan dalam metabolisme pada bivalvia dapat dicerminkan dengan penggambaran darah (Ramanathan, 1998). Sistem hemosit berhubungan dengan sistem kekebalan dari bivalvia. Hemosit pada Tiram dapat dijadikan

parameter sebagai biomarker gangguan lingkungan. Parameter hemosit ini dikendalikan oleh banyak faktor seperti faktor lingkungan (suhu dan salinitas), parasit dan faktor internal. Faktor-faktor tersebut dapat berkontribusi untuk menjelaskan tingkat tinggi variabilitas respon hemosit (Jonathan *et al.*, 2009).

Sistem hemosit berhubungan dengan sistem kekebalan dari bivalvia. Hemosit pada kerang dapat dijadikan parameter sebagai biomarker lingkungan perairan. Parameter hemosit ini dikendalikan oleh banyak faktor seperti suhu dan salinitas, parasit dan faktor internal. Faktor-faktor tersebut dapat berkontribusi untuk menjelaskan tingkat tinggi variabilitas respon hemosit (Jonathan *et al.*, 2009). Oleh karena itu, penelitian tentang profil hemosit untuk mengetahui nilai *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) tiram *Crassostrea cucullata* di Pantai Pasuruan dan Situbondo yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi perairan serta sebagai acuan untuk menjaga dan memelihara kondisi lingkungan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana profil hemosit *Crassostrea cucullata* di pesisir pantai Pasuruan dan pantai Situbondo?
2. Bagaimana hubungan antara *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) tiram *Crassostrea cucullata* di wilayah pantai Pasuruan dan Situbondo?
3. Bagaimana kondisi kualitas air di wilayah pantai pasuruan dan situbondo

## 1.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis profil hemosit tiram *Crassostrea cucullata* di wilayah pantai Pasuruan dan Situbondo.
2. Menganalisis perbedaan status hemosit pada tiram *Crassostrea cucullata* di wilayah pantai Pasuruan Situbondo.

3. Menganalisis kualitas air di wilayah pantai pasuruan dan situbondo

### 1.3 Kegunaan penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk menambah wawasan tentang gambaran status hemosit tiram *Crasostrea cucullata* dan untuk memperoleh gambaran THC dan DHC serta kondisi kualitas air pada tiram *Crasostrea cucullata* yang dapat digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi lingkungan perairan di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo.

### 1.4 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 bertempat di Pasuruan dan Situbondo. Analisis gambaran profil hemosit tiram *Crasostrea cucullata* dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Analisis kualitas air pH, suhu, salinitas dan DO dilakukan secara *insitu*. Sementara itu untuk Amonia dan BOD dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Kemudian untuk Analisis logam berat Pb, Cd, Hg dan fenol dilakukan oleh Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi *Cassostrea cucullata*

#### 2.1.1 Morfologi

Secara morfologi tiram merupakan hewan yang termasuk dalam filum Moluska dari kelas Bivalvia. Kelas ini termasuk kerang-kerangan, tiram, remis dan sebangsanya yang mempunyai dua buah cangkang yang setangkup dengan variasi pada bentuk maupun ukurannya (Umarti, 1990). Bivalvia memiliki bentuk simetris bilateral, mempunyai cangkang setangkup dan sebuah mantel yang berupa dua daun telinga atau cuping. Tiram, kerang dan sebangsanya mempunyai dua cangkang di kedua sisi tubuh. Bentuk cangkangnya digunakan untuk identifikasi. Sebagian besar Bivalva hidup di laut, hanya sedikit yang hidup di darat. Sebagian besar mempunyai kelamin terpisah dan menyebar telur dan sperma ke air untuk pembuahan (Romimohtarto dan Juwana, 2009).

Pada umumnya permukaan luar cangkang bivalvia relatif halus, namun beberapa jenis mempunyai relief atau ukiran berupa garis-garis konsentrik atau garis pertumbuhan cangkang dapat dilihat dari besar kecilnya jarak garis pertumbuhan tersebut. Relief lainnya dapat bergelombang, rusuk meruji (*radial ribs*), ataupun kombinasi dari keduanya (Prasad, 1980). Menurut Prawirohartono (2003), secara umum cangkang tiram tersusun atas zat kapur dan terdiri dari tiga lapisan yaitu :

- Lapisan *periostrakum* merupakan lapisan terluar dan tipis, tersusun dari zat kitin berfungsi sebagai pelindung.
- Lapisan *prismatik* merupakan lapisan tengah yang tebal, tersusun dari kristal-kristal kapur yang berbentuk prisma

- Lapisan *nakreas* merupakan lapisan terdalam disebut juga lapisan mutiarra, tersusun dari lapisan kalsit (karbonat) yang tipis.

### 2.1.2 Klasifikasi

Berikut ini adalah klasifikasi dari tiram *Crassostrea cucullata* menurut WoRMS (2017).

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Subclass	: Pteriomorpha
Order	: Ostreida
Superfamily	: Ostreoidea
Family	: Ostreidae
Subfamily	: Crassostreinae
Genus	: <i>Crassostrea</i>
Species	: <i>Crassostrea cucullata</i> (Born, 1778)



**Gambar 1.** *Crassostrea cucullata*

### 2.1.3 Fisiologi

Organ respirasi Bivalvia adalah insang (branchia atau stenidia) yang menggelayung dalam rongga mantel yang terletak disetiap sisi kaki. Setiap insang tersusun dari dua lamella dibagian dorsal yang saling berhubungan dengan bantuan penghubung inter lamela yang membagi insang bagian dalam menjadi bulu air yang terletak vertikal, sedangkan dibagian dorsal buluh air dari setiap insang berhubungan dengan kamar suprabranchial yang menuju ke posterior dan bermuara pada sifon dorsal (Kastawi, 2005). Sistem sirkulasi Bivalvia terdiri dari jantung yang terletak dibagian bawah usus dalam rongga pericardium (selaput pembungkus jantung) dan terbagi menjadi dua bagian aurikel (ventral) dan sebuah ventrikel (dorsal). Dua pembuluh darah mengikuti sumbu insang, pembuluh aferensia membawa darah yang datang dari ginjal dan pembuluh eferensia membawanya ke serambi atas jantung. Kedua pembuluh darah itu dihubungkan dengan jaringan pembuluh darah kapiler yang mengikuti benang-benang tempat darah diberi oksigen (Romimohtarto & Juwana, 2007).

Sistem saraf Bivalvia terdiri dari tiga ganglion, yaitu ganglion selebral yang terletak disisi esophagus, ganglion pedal dibagian kaki dan ganglion visceral pada bawah otot aduktor posterior dan koordinasi dari setiap ganglion dengan menggunakan saraf penghubung (Kastawi, 2005). Pada mantel terdapat urat-urat yang bias merespon terhadap sentuhan halus atau rangsangan kimia. Alat penglihatan Bivalvia dengan menggunakan sel-sel berpigmen yang terletak dalam suatu lekukan berbentuk cangkir dengan lensa tembus pandang yang terletak pada sisi kanan dan kiri benang insang. Sel-sel tersebut dapat mendeteksi perubahan cahaya (Romimohtarto dan Juwana, 2009).

Bivalvia merupakan biota laut yang bersifat diosius yaitu setiap kelamin memiliki sepasang gonad yang terletak dibagian atas usus dan berlanjut menuju saluran pendek yang bermuara dekat lubang saluran ginjal (Romimohtarto dan

Juwana, 2009). Zigot melekat pada pembuluh air dari insang yang disebut dengan kamar eram (marsupial). Setiap zigot akan mengalami pembelahan yang tidak sama dan menjadi larva glokidium dengan dua cangkang yang mengandung otot aduktor dan sebuah benang panjang (*bisus*) (Kastawi, 2005).

#### 2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan

Tiram hidup dengan melekatkan diri pada substrat yang keras tidak dengan biskusnya tetapi salah satu cangkangnya. Tiram dari kelas Bivalvia mempunyai cara hidup yang beragam ada yang membenamkan diri, menempel pada substrat dengan benang bisus (*byssus*) atau zat perekat lain, bahkan ada yang berenang aktif (Yasin, 1987). Menurut Romimohtarto & Juwana (2001), ditinjau dari cara hidupnya, jenis-jenis kerang mempunyai habitat yang berlainan walaupun mereka termasuk dalam satu suku dan hidup dalam satu ekosistem. Habitat kerang pada umumnya hidup membenamkan dirinya dalam pasir atau pasir berlumpur, bahkan pada karang-karang batu, bersembunyi dibalik batu, kayu dan akar tanaman laut, ada yang menempel pada benda-benda keras seperti batu dan tonggak kayu.

Menurut kebiasaan hidupnya, bivalva digolongkan ke dalam kelompok makrobentos dengan cara pengambilan makanan melalui penyaringan zat-zat tersuspensi yang ada dalam perairan atau *filter feeder* (Heddy, 1994). Makanan dari Bivalvia sendiri berupa organisme atau zat-zat terlarut yang berada dalam air. Makanan diperoleh melalui tabung sifon dengan cara memasukkan air kedalam sifon dan menyaring zat-zat terlarut. Air dikeluarkan kembali melalui saluran lainnya. Makin dalam kerang membenamkan diri makin panjang tabung sifonnya (Nontji, 1993).

Proses pemilihan makanan pada Bivalvia dengan menggunakan sensor syaraf untuk mendeteksi makanan yang bisa dimakan dan makanan yang tidak (Hughes, 1986). Bahkan pada jenis kekerangan dengan jenis makanan tertentu,

kerang lebih memilih makan beberapa jenis pakan yang hanya disukai karena nilai nutrisinya atau karena mudah ditangkap (pada Bivalvia) atau mudah dipotong (pada Gastropoda). Dengan begitu, kekerangan hanya makan beberapa untuk menjaga kestabilan nutrisi dalam tubuhnya (Setyono, 2006).

#### **2.1.5 Mekanisme Penyerapan Makanan pada Tiram**

Makanan yang sudah sampai di mulut akan masuk ke esophagus kemudian diteruskan ke lambung. Makanan yang sudah di dalam lambung akan mengalami proses pencernaan. Partikel makanan yang relatif besar dan belum tercerna di lambung akan dimasukkan ke *crystalline style sac* untuk dicerna lebih lanjut. Proses pencernaan di lambung dan *crystalline sac* selain dipecah-pecah juga akan dibantu oleh enzim. Selanjutnya makanan akan masuk ke usus, partikel makanan yang sudah dicerna akan didorong oleh silia untuk dimasukkan ke dalam vakuola dan sel-sel digestif lainnya yang kemudian akan diedarkan ke sel-sel lain (Galtsoff, 1964).

#### **2.1.6 Habitat**

Tiram hidup menempel pada substrat yang keras seperti kayu, batu, karang atau materi keras lainnya yang ada di sekitar pantai. Sebagian tiram hidup menetap di dasar pantai, ada yang menempelkan diri pada substrat pasir atau lumpur bahkan ada pula yang membenamkan pada kerangka karang-karang batu. Bivalvia menempel pada substrat dengan menggunakan *byssus* atau semennya (Widiastuti, 1998). Menurut Angel (1986), tiram ini banyak ditemukan di daerah intertidal dan perairan dangkal seperti kawasan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut laut, terusan, teluk dan juga lagun yang mempunyai pengaliran dari kawasan daratan. Tiram juga biasanya dapat ditemukan menempel pada akar-akar mangrove. Tiram merupakan moluska dari kelas bivalvia yang tinggal menetap pada substrat dan dipengaruhi oleh kualitas air yang terkait dengan faktor ekologi serta relatif lebih banyak mengakumulasi

logam berat. Tiram ini umumnya ditemui hidup menempel pada batu, tiang-tiang pelabuhan, karamba dan pada akar-akar pohon didaerah yang terpengaruh pasang surut air laut (Irianto et al., 1994). Menurut Wijarni (1990), kelas bivalvia hidup pada substrat dengan cara meliang dan menempel pada batu.

Daerah distribusi tiram meliputi perairan Indo-Pasifik mulai dari Laut Merah dan Afrika Timur hingga Australia dan Jepang (Asriyanti, 2012). Sebaran di Indonesia adalah di Sumatera, Jawa, pulau-pulau kecil sekitar Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, dan Sulawesi. Mayoritas tiram hidup perairan dangkal dengan cara menempel pada batu-batuan maupun akar tanaman (Setyono, 2006). Tiram mendominasi ekosistem lithoral (wilayah pasang surut) dan sublitoral yang dangkal, termasuk pantai berbatu di perairan terbuka maupun estuaria (Musthapia, 2001).

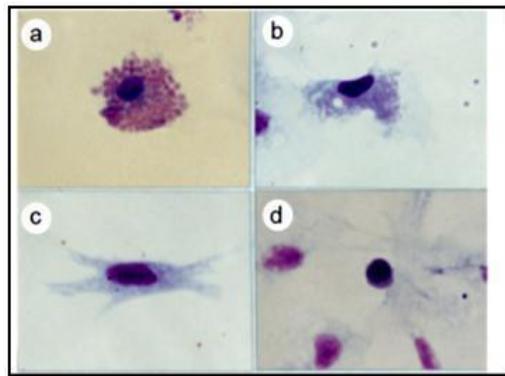
## 2.2 Hemosit

Hemosit merupakan sel-sel yang terdapat dalam hemolim. Total hemosit mempresentasikan jumlah hemosit secara keseluruhan, yang meliputi sel hialin (HC), semi granular (SGC) dan sel granular (SG). Peningkatan total hemosit berarti meningkatkan peluang terbentuknya sel-sel hemosit yaitu sel hialin, semi granular dan sel granular. Ketiga sel tersebut memiliki fungsi masing-masing. Ketika fungsi dari masing-masing sel tersebut meningkat maka kemampuan untuk menangkal partikel asing yang masuk juga meningkat, sehingga tiram dapat mempertahankan diri dari serangan mikroorganisme (Saraswati, 2014).

Secara umum terdapat dua tipe sel dasar yang dikenal pada hemosit bivalvia yaitu agranulosit dan granulosit tergantung pada ada atau tidaknya butiran sitoplasma (Cheng, 1981). Menurut Allam *et al.* (2002), hemosit berisi butiran glikogen berlimpah dalam sitoplasma. Pada hemosit terdapat dua kelompok yaitu granulosit dan agranulosit. Dua kelompok tersebut terdapat pada

hemolim. pada sel granulosit pada semua spesies bentuknya relatif besar dan berisi sitoplasma yang bergranula, sedangkan pada sel granulosit mempunyai ukuran yang lebih kecil dan pada sitoplasma tidak terdapat granula. Menurut Travers *et al.* (2008), hemosit adalah sel yang berputar pada hemolim yang berinfiltrasi pada jaringan moluska. Pada hemosit terdapat granulosit yaitu mempunyai banyak granula dalam sitoplasmanya, sedangkan agranulosit tidak memiliki granula. Hemosit mempunyai fungsi fisiologis seperti transportasi, perbaikan luka, pencernaan, nutrient, dan sistem imun.

Menurut Aladaileh *et al.* (2008), hemosit pada bivalvia sebagian besar dibagi menjadi dua jenis yaitu hyalinosit dan granulosit. Hyalinosit dan granulosit memiliki kemampuan untuk memfagositosis mikroba patogen, hanya saja berbeda besar kecilnya kapasitas dalam memfagosit. Hyalinosit lemah atau bahkan tidak bisa dalam memfagosit, karena pada sel ini tidak mempunyai granul (butiran- butiran kecil pada sitoplasmanya). Granul inilah yang bekerja pada saat tiram melakukan aktifitas fagositosis. Fagosit pada granulosit lebih aktif daripada hyalinosit. Klasifikasi hemosit tiram *C. cucullata* secara umum dapat dijelaskan seperti berikut ini, pertama sel haemoblast merupakan suatu tipe sel yang memiliki inti besar hampir memenuhi sel atau rasio sitoplasma lebih kecil dan tidak bergerak, kemudian kedua sel hyalin yang mempunyai kapasitas amoeboid dengan terbentuknya filopodia merupakan suatu tipe sel yang lebih kecil dari sel granula dimana rasio inti lebih besar daripada sitoplasma, dan pada sitoplasma tidak ada atau sedikit mengandung granul, lalu ketiga sel granula dengan filopodia yang memiliki ukuran panjang untuk pergerakan amoeboid merupakan suatu tipe sel dengan ukuran lebih besar daripada sel haemoblast dan sel hyaline dimana rasio inti memiliki ukuran lebih kecil daripada sitoplasma dan sitoplasma penuh dengan granula. Hemosit dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Hemosit *Meretrix lusoria* yang diwarnai dengan Mei-Grunwald giemsa pada mikroskop cahaya (a) eosinophilic besar granulosit; (b) granulosit eosinophilic; (c) hyalinosit; (d) blast-like sel *Cassostrea gigas* (Chang *et al.* 2005).

Hemosit mempunyai fungsi didalam memerangi pathogen dan mengeliminasinya dengan cara enkapsulasi dan fagositosis. Enkapsulasi merupakan suatu reaksi pertahanan didalam kekebalan tubuh terhadap benda asing dan multiseluler termasuk parasit yang masuk kedalam *haemocoel* dan tidak terlalu besar untuk menjadi fagositosis (Betrice *et al.* 2007). Menurut Manoppo *et al.* (2014), Pada saat sel hemosit mengelilingi tubuh benda asing, bagian sel tertular dari hemosit tetap berbentuk oval atau bulat sedangkan bagian tengah sel menjadi datar pada fase berikutnya dilisis membentuk kapsul tebal berwarna coklat dan keras. Kapsul tersebut tidak diserap kembali dan tetap sebagai tanda enkapsulasi meskipun sudah tidak ada hemosit yang dikenal. Pada proses sel mengelilingi benda asing, apabila sel tidak mampu melawan benda asing maka selanjutnya sel akan melakukan fagositosis.

Fagositosis adalah suatu reaksi yang paling umum didalam pertahanan seluler bivalvia, khususnya *C. cucullata*. Fagositosis merupakan suatu respon dari hemosit terhadap benda asing, dimana prosesnya meliputi langkah-langkah: pengenalan (*non self recognition*) terhadap benda yang akan dicerna, gerakan kearah obyek (kemotaksis), perlekatan, penelanan (*ingestion*) dan selanjutnya pencernaan (*digestion*) intraseluler (Galloway and Dpledge, 2001). Sel hyalinosit

dianggap berperan penting terhadap luka. Kemampuan bivalvia untuk merespon tekanan lingkungan buruk, seperti penyakit atau infeksi parasit, tergantung suatu kemampuan fungsional dan keberadaan hemosit bivalvia (Hegare *et al.*, 2003 ). Sedangkan granulosit akan menelan suatu partikel untuk menghilangkan pathogen yang hidup dengan cara mendegradasi enzim atau oksidasi didalam tubuh bivalvia.

### 3.3 Mekanisme Penyerapan Logam Berat

Bahan pencemar seperti logam berat masuk ke tubuh tiram melalui beberapa cara yakni melalui saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Logam berat yang terdapat pada tubuh tiram akan diabsorpsi oleh darah berkaitan dengan protein dalam darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh tubuh. Akumulasi logam berat biasanya yang paling tinggi terdapat pada organ detoksifikasi seperti hati dan ekskresi (ginjal). Pada jaringan tersebut biasanya logam berat berkaitan dengan berbagai jenis enzim maupun protein yang disebut metaloenzim (Darmono, 1995). Menurut Wulandari *et al.* (2010), logam berat yang diabsorpsi melalui saluran pencernaan didistribusikan ke dalam jaringan lain melalui darah.

Menurut Ratnawati *et al.* (2006), terdapat 2 cara masuknya bahan pencemar ke dalam tubuh tiram yakni melalui *passive uptake* dan *active uptake*. *Passive uptake* merupakan mekanisme penyerapan logam berat melalui proses penyerapan (adsorbs), penyerapan (absorbs) dan bioakumulasi (biosorpsi),, sedangkan *active uptake* dapat dapat terjadi pada berbagai sel hidup. Mekanisme ini secara simultan terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan mikroorganisme atau akumulasi intraseluler ion logam tersebut. *Active uptake* dapat melalui proses rantai makanan, kemudian tahap kedua logam berat dapat diendapkan pada proses metabolisme dan ekskresi.

Menurut Ridhowati (2013), masuknya logam berat kedalam tubuh mahluk hidup termasuk tiram melalui dua cara yaitu transport aktif dan transport pasif. Transport aktif adalah masuknya logam berat melalui sistem transpot membran. Masuknya logam berat kedalam tubuh tiram bersamaan masuknya logam esensial yang dibutuhkan oleh tiram. Hal ini dikarenakan logam berat dan logam esensial memiliki sifat fisika dan kimia yang hampir serupa, sedangkan transport pasif adalah proses masuknya logam berat melalui pertukaran ion, dimana ion pada dinding sel digantikan oleh logam berat sehingga lama kelamaan logam berat akan terakumulasi didalam dinding sel tiram.

Tiram bersifat *filter feeder non selektif* yang berarti tiram akan menyerap semua kandungan yang terdapat dalam air pada saat proses makan. Hal ini dapat menjelaskan bahwa kandungan logam berat yang relatif cukup tinggi dapat ditemukan dalam tubuhnya karena terjadinya proses akumulasi. Akumulasi logam berat timbal (Pb) sering terjadi pada kerang mentah dan dapat menyebabkan keracunan bagi masyarakat yang mengkonsumsinya karena toksisitas yang tinggi (Peer et al., 2010).

### **3.4 Respon Imun Bivalvia terhadap Bahan Pencemar**

Imunitas adalah suatu reaksi yang dilakukan oleh individu terhadap substansi asing misalnya mikroorganisme (bakteri, virus, parasit) dan molekul substrak, misalnya protein maupun polisakarida. Reaksi yang terjadi meliputi reaksi seluler dan molekul. Gabungan sel, molekul dan jaringan yang berperan dalam resistensi terhadap infeksi disebut sistem imun. Reaksi yang dikoordinasi oleh sel ataupun molekul terhadap mikroba dan bahan lainnya disebut respon imun (Baratawidjaja, 2006).

Sistem imun merupakan sistem koordinasi respon biologi yang bertujuan melindungi integritas dan identitas individu serta mencegah infeksi organisme

dan zat berbahaya di lingkungan yang dapat merusak dirinya. Sistem imun mempunyai 3 fungsi utama yaitu kesanggupan untuk mengenal dan membedakan antara antigen diri dan antigen asing, dan fungsi memori atau kesanggupan melalui pengalaman kontak sebelumnya dengan zat asing pathogen untuk bereaksi lebih cepat pada kontak pertama (Munasir, 2001).

Sistem pertahanan tubuh invertebrata, tidak memiliki memori (kemampuan mengingat) terhadap antigen dan memproduksi antibodi untuk melawan patogen atau benda asing tertentu (Jiravanichpaisal *et al.*, 2006). Seperti hewan avertebrata yang lain, tiram tidak memiliki antibodi dan mekanisme pertahanan tubuh yang berupa sistem imunitas adaptif (*acquired immune system*) karena itu mekanisme pertahanan tubuhnya sangat mengandalkan sistem imunitas bawaan (*natural/innate immune system*) dalam membasmi patogen yang masuk ke dalam tubuhnya. Sistem sirkulasi bivalvia adalah terbuka dengan hemolim (Aladaileh *et al.*, 2008).

Menurut Mori (1990 *dalam* Alifuddin 2002), respon imunitas pada hewan merupakan upaya proteksi terhadap infeksi. Ada 2 macam sistem kekebalan tubuh. Pertama adalah sistem kekebalan spesifik (adaptive immune system) dan sistem kekebalan non spesifik (innate immune system). Pada tiram, sistem imunnya adalah non spesifik (innate immune system). Pada moluska, respon imun dilakukan oleh sel khusus yang disebut hemosit, karena moluska kekurangan sistem imun adaptif, respon terhadap agen toksik yang beragam dilakukan melalui proses tua yang sudah melalui evolusi sampai vertebrata dan sekarang diketahui dengan sistem imun bawaan (*innate*).

Tiram merupakan hewan yang mempunyai sistem imun canggih, dimana sistem imun yang dimiliki tiram dapat menggabungkan antara komponen humoral dan komponen selular. Hemosit bekerja aktif mengeluarkan partikel asing dalam hemocel (rongga untuk mengedarkan darah pada moluska) melalui fagositosis,

enkapsulasi dan agregasi nodular. Fagositosis merupakan reaksi yang paling umum untuk pertahanan seluler moluska. Mekanisme kerja fagositosis dimulai dengan proses pelekatan dan penelanan partikel ke dalam sel fagosit kemudian akan membentuk fagosome dan akan menyatu dengan lysosom membentuk phagolysosome yang akan menghancurkan mikroorganisme dan mengeluarkannya dari dalam sel melalui proses *digestion* (Rodriguez dan Lee Moullac. 2000).

## 2.5 Parameter Kualitas Air

### 2.5.1 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor fisika yang sangat penting di dalam air karena bersama-sama dengan zat/unsur yang terkandung didalamnya akan menentukan massa jenis air, densitas air, kejenuhan air, mempercepat reaksi kimia air, dan memengaruhi jumlah oksigen terlarut di dalam air (Irianto, 2005 *dalam* Aliza *et al.*, 2013). Menurut Hutabarat dan Evans (1985), kisaran suhu yang sesuai untuk kehidupan organisme perairan adalah berkisar antara 26-31°C. Sedangkan kisaran suhu yang cocok untuk biota air adalah antara 23 – 32 °C (Kordi, 2005 *dalam* Maniagasi *et al.*, 2013).

Menurut Kordi dan Andi (2007), suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu suhu dijadikan sebagai faktor pembatas. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum kenaikan suhu akan meningkatkan laju pertumbuhan. Suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi oksigen terlarut, namun berbanding lurus dengan laju konsumsi oksigen organisme air dan laju kimia dalam air. Menurut Effendi (2003), menyatakan bahwa semakin tinggi suhu maka tekanan atmosfer semakin kecil dan kadar oksigen terlarut semakin kecil. Suhu suatu perairan juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air. Suhu selain

berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air, juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dan unsur – unsur dalam air. Pengukuran suhu sangat perlu untuk mengetahui karakteristik perairan.

Tiram dapat hidup dari perairan dingin sampai perairan panas yaitu dalam kisaran suhu 5-35 °C dengan kisaran optimum 11-34 °C dan masih bertahan pada suhu -5 °C (Nehring, 2011). Variasi suhu dapat mempengaruhi THC dan aktifitas fagosit pada bivalvia. Suhu air yang tinggi akan menghambat penyebaran dan pergerakan haemosit menuju benda asing dalam tubuh tiram. Selain itu, parasit virulensi dapat meningkat atau resistensi tiram dapat menurun pada suhu tinggi (Gagnaire *et al.*, 2006).

### 2.5.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH perairan menunjukkan aktifitas ion hidrogen dalam suatu perairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen. (Kusworo *et al.*, 2004). Menurut Verawati (2016), untuk perairan laut atau pesisir memiliki pH relatif lebih stabil yaitu kisaran 7,7-8,4. pH atau derajat keasaman dipengaruhi oleh kapasitas penyangga yakni adanya garam-garam karbonat dan bikarbonat. pH rendah akan menurunkan oksigen terlarut sehingga akan mengurangi jumlah konsumsi oksigen terlarut akibatnya terjadi pada keadaan basa. Menurut Komala, *et al.* (2008), kandungan logam berat akan meningkat jika nilai pH asam, dimana pH rendah sehingga logam terlarut. Sebaliknya kandungan logam akan turun pada saat nilainya basa yakni pH meningkat.

Penyimpangan yang cukup besar dari kisaran pH pada umumnya, dapat digunakan sebagai petunjuk adanya buangan limbah industri yang bersifat asam atau basa. Adanya penambahan kadar bahan organik ke dalam perairan akan

menurunkan nilai pH air yang disebabkan oleh penguraian bahan organik tersebut sehingga menghasilkan CO<sub>2</sub> (Sastrawijaya, 1991). Nilai pH dapat berpengaruh pada toksisitas suatu senyawa kimia. pH menyebabkan toksisitas tinggi seiring dengan meningkatnya kadar toksitas logam berat. Nilai pH berkaitan dengan karbondioksida, semakin tinggi nilai pH maka semakin rendah nilai karbondioksida. (Effendi, 2003).

### 2.5.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor pembatas kehidupan biota disuatu perairan. Biota air membutuhkan oksigen guna pembakaran (makanan) untuk menghasilkan energy guna melakukan aktifitas, seperti aktifitas berenang, pertumbuhan, reptoduksi, dan sebaliknya. Oleh karena itu ketersediaan oksigen bagi biota air menentukan lingkaran aktifitasnya, konversi pakan, demikian juga laju pertumbuhan bergantung pada oksigen (Maniagasi et al., 2013). Sumber utama oksigen terlarut dalam perairan yaitu penyerapan oksigen yang berasal dari udara melalui permukaan air dan dari proses fotosintesis (Barus, 2002).

Menurut Rahman (2011), oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua organisme perairan untuk pernafasan serta oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik melalui proses aerobik. Konsentrasi DO berkurang seiring meningkatnya suhu pada kedalaman yang semakin bertambah pula. Penurunan DO dengan bertambahnya kedalaman perairan terkait faktor cahaya yang mempengaruhi aktifitas fitoplankton di perairan. Menurut Sastrawijaya (1991), kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 4 mg/l, selebihnya tergantung kepada ketahanan organisme, besar aktifitas, kehadiran pencemar, temperatur air dan sebagainya.

Menurut Sparks *et al.* (1958), menyatakan bahwa tiram mampu bertahan hidup selama kurun waktu 5 (lima) hari dalam perairan yang mengandung >1

mg/l oksigen terlarut. Keberadaan bahan pencemar seperti logam berat pada perairan dapat berpengaruh terhadap kandungan haemosit pada tiram. Haemosit juga berfungsi dalam mengikat oksigen, maka apabila terhambat akan mengakibatkan kemampuan organisme dalam mengikat oksigen juga akan semakin kecil. (Yulaipi *et al.*, 2013).

Menurut Salmin (2005), oksigen sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pernapasan. Organisme tertentu seperti mikroorganisme, sangat berperan dalam proses dekomposisi bahan organik yang beracun menjadi senyawa yang sederhana yang bermanfaat. Menurut Le Moullac *et al.* (2001), kekurangan oksigen (hipoksia), dapat menyebabkan penurunan jumlah THC (*Total Haemocyte Count*). Pada kondisi hipoksia menunjukkan penurunan jumlah THC terjadi pada pemeliharaan dengan oksigen terlarut terendah sebesar 1 mg/l selama 24 jam.

#### **2.5.4 Salinitas**

Salah satu parameter kimia yang dapat mempengaruhi kualitas suatu perairan adalah salinitas. Salinitas penting bagi kehidupan organisme, karena hampir organisme laut dapat hidup pada perubahan salinitas yang kecil. Salinitas merupakan konsentrasi dari ion yang terdapat pada suatu perairan. Nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh suplai air tawar ke air laut, curah hujan, musim, topografi, pasang surut, dan evaporasi (Sumarno dan Rudi, 2013). Salinitas mempunyai peranan penting dalam kehidupan organisme, misalnya distribusi biota akuatik sangat erat hubungannya dengan salinitas karena salinitas ditentukan oleh adanya pencampuran massa air. (Supriyadi, 2002).

Salinitas umumnya stabil, namun di beberapa tempat terjadi fluktuasi akibat beberapa faktor, antara lain: a) penguapan, makin besar tingkat penguapan di suatu wilayah, maka salinitasnya tinggi, dan sebaliknya pada

daerah yang tingkat penguapannya rendah salinitasnya rendah. b) curah hujan, makin tinggi curah hujan, maka salinitas makin rendah sebaliknya makin rendah curah hujan maka salinitas air laut makin tinggi. c) banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, makin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas air laut tersebut makin rendah, dan sebaliknya makin sedikit sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitasnya akan tinggi (Fujaya, 2012).

Menurut Effendi (2003), salinitas akan berpengaruh terhadap aktifitas fisiologis sel dengan adanya peningkatan salinitas akan diikuti dengan peningkatan pengeluaran energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi (penyesuaian tekanan ekstraseluler). Menurut Mann *et al.* (2009), kisaran salinitas yang dapat ditoleransi tiram antara 10-30 ppt. Salinitas yang tinggi pada perairan dapat menyebabkan THC tiram meningkat karena dapat memicu terjadinya stres (Gagnaire *et al.*, 2006).

### **2.5.5 Amonia**

Amonia merupakan salah satu senyawa yang keberadaannya di alam diperlukan oleh makhluk hidup, dalam jumlah yang besar senyawa kimia ini mempunyai sifat yang toksik dan dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan dapat menyebabkan eutrofikasi di daerah sekitarnya (Titiresmi dan Nida, 2006). Menurut Kordi (2009), Amonia berasal dari sisa pakan dan sisa feses (sisa metabolisme protein oleh organisme) yang dihasilkan oleh organisme itu sendiri dan bahan organik lainnya.

Menurut Effendi (2003), amonia dapat berasal dari reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri, dan domestik. Amonia yang terdapat dalam mineral masuk ke badan air melalui erosi tanah. Amonia berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan gas ammonium di perairan pada suhu dan tekanan normal. Amonia bebas tidak

dapat terionisasi, sedangkan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Prosentase amonia meningkat dengan meningkatnya pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amonia akan mengalami ionisasi.

Hewan akuatik umumnya mengekskresikan amonia ( $\text{NH}_3$ ) sebagai hasil dari proses metabolisme dan sebagai produk ekskretori (dari ginjal, jaringan insang). Amonia juga sebagai hasil dekomposisi protein dari sisa pakan atau plankton yang mati. Amonia di perairan umumnya terlarut dalam bentuk  $\text{NH}_4$ , kadar amonia di perairan akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu dan pH (Cole, 1994). Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0.1 mg/L. Kadar amonia bebas yang tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0.02 mg/L, perairan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Effendi, 2003).

#### 2.5.6 Fenol

Fenol merupakan jenis polutan berbahaya yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga. Fenol menjadi salah satu senyawa yang sering menimbulkan masalah di lingkungan yang mengakibatkan pencemaran (Tyas *et al.*, 2015). Menurut Qadeer dan Rehan (1998) dalam Dewilda *et al.* (2012), fenol merupakan senyawa yang dapat menimbulkan bau tidak sedap, bersifat beracun dan korosif terhadap kulit (iritasi). Pada konsentrasi tertentu fenol dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia dan kematian organisme yang terdapat di perairan. Fenol terdiri dari rantai benzene aromatic dengan satu atau lebih kelompok hidroksil. Tingkat toksisitas fenol beragam tergantung dari jumlah atom atau molekul yang terikat pada rantai benzene-nya. Fenol yang terklorinasi akan semakin toksik dengan semakin banyaknya atom klorin yang diikat rantai benzene-nya. Klorofenol lebih bersifat toksik daripada fenol yang

sederhana seperti cresol dan xilenol karena lebih mudah terlarut dan terdegradasi dalam air.

Senyawa fenol merupakan polutan yang sering ditemukan di perairan laut. Sumber pencemar di laut berasal dari tumpahan minyak mentah, tumpahan bahan bakar kapal maupun buangan limbah industry minyak bumi. Menurut Mulyono *et al.* (1999) dalam Sukandar *et al.* (2010), Senyawa fenol banyak ditemukan dalam lingkungan perairan yang berasal dari aliran air lumpur pemboran minyak bumi, buangan limbah rumah tangga, dan industry. Senyawa fenol di laut dapat membahayakan kehidupan biota laut karena fenol bersifat toksik (Dewilda *et al.*, 2012). Fenol 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 saraf apabila termakan atau terhisap secara terus-menerus. Efek racun ini akan bertambah besar dengan banyaknya substituent yang terikat pada fenol terutama gugus klor (PUSARPEDAL, 2006 dalam Sukandar *et al.*, 2010).

Paparan fenol sebesar >10 ppb akan mengakibatkan lisis pada hemosit (Fries dan Tripp, 1980). Menurut Couch dan Fournie (2000), paparan fenol sebesar >1 ppb dapat merusak insang dan epitel pada saluran pencernaan serta meningkatkan kerentanan terhadap infeksi mikroba dan penyakit. Selanjutnya paparan terhadap 10 ppb fenol secara substansial mengurangi kemampuan sel hemosit untuk melakukan pertahanan diri terhadap partikel asing.

### **2.5.7 Logam Berat Timbal (Pb)**

Logam berat timbal dalam kehidupan sehari lebih dikenal dengan sebutan timah hitam, dalam bahasa ilmiah dinamakan plumbum dengan symbol (Pb). Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena bersifat karsinogenik, dapat menyebabkan mutasi, terurai dalam

jangka waktu lama dan toksisitasnya tidak berubah. Pb dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, bahkan manusia (Bangun, 2005).

Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2. Logam timbal mempunyai sifat-sifat khusus, yaitu: merupakan logam yang lunak sehingga dapat dibentuk dengan mudah, tahan terhadap sifat korosi, mempunyai titik lebur rendah ( $327,5^{\circ}\text{C}$ ), mempunyai kerapatan yang besar, dan merupakan penghantar listrik yang baik (Palar, 2012).

Menurut Suhendrayatna (2001), timbal adalah logam berat yang sangat beracun, sumber timbal adalah dari komponen gugus alkil yang digunakan sebagai bahan aditif bensin. Timbal secara alami ditemukan pada tanah. Timbal tidak berwarna dan tidak berbau. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa lain membentuk berbagai senyawa-senyawa timbal baik organik seperti timbal oksida atau timbal klorida.

Menurut Nuria (2005), timbal atau timah hitam atau plumbum (Pb) adalah salah satu bahan pencemar utama saat ini di lingkungan. Hal ini bisa terjadi karena sumber utama pencemaran timbal adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Selain itu timbal juga terdapat dalam limbah cair industri yang pada proses produksinya menggunakan timbal, seperti industri pembuatan baterai, industri cat, dan industri keramik. Adanya timbal pada komponen lingkungan, memungkinkan berkembangnya transmisi pencemaran menjadi lebih luas kepada berbagai makhluk hidup, termasuk manusia sehingga menimbulkan gangguan kesehatan, seperti terganggunya sintesa darah merah, anemia, dan penurunan intelegensia pada anak.

Menurut Effendi (2003), timbal tidak termasuk dalam unsur esensial bagi makhluk hidup, bahkan Pb bersifat toksik bagi manusia dan hewan karena dapat

terakumulasi, dan toksisitas timbal ini terhadap tumbuhan relatif rendah. Pb dapat secara alamiah terdapat pada badan air dan dapat juga sebagai dampak aktivitas manusia. Timbal tidak dapat terurai dan dimusnahkan oleh zat lain. Timbal bersifat biomagnifikasi, yaitu dapat terakumulasi dan berada dalam jaringan tubuh organisme dalam waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. Oleh karena itu, apabila timbal terlepas pada perairan akan mengancam kehidupan makhluk hidup.

### 2.5.8 Logam Berat Cadmium (Cd)

Kadmium merupakan logam berat yang sangat beracun, karena menyebabkan kerusakan pada organisme. Logam kadmium mempunyai berat atom 112.41; titik cair 321 °C dan massa jenis 8.65 gr/ml (Hutagalung, 1991). Kadmium (Cd) merupakan unsur golongan IIB (logam) yang mempunyai bilangan oksidasi +2, ion dalam larutan tidak berwarna, dan senyawa dalam bentuk padatan tidak berwarna mencolok (Almeida *et al.*, 2009).

Menurut Darmono (1995), terdapat dua kontaminasi logam berat Kadmium pada lingkungan yaitu melalui lapisan bumi dan aktivitas manusia (antropogenik). Logam Cd berasal dari kegiatan manusia, yaitu industri kimia, pabrik tekstil, pabrik semen, tumpahan minyak, pertambangan, pengolahan logam pembakaran bahan bakar, dan pembuatan serta penggunaan pupuk fosfat. Logam berat Kadmium ini jumlahnya relatif kecil pada perairan umum konsentrasinya dapat meningkat karena proses dari perubahan limbah industri. Keberadaan kadmium di alam berhubungan erat dengan hadirnya logam Pb dan Zn. Pada proses pemurnian Pd dan Zn di industri pertambangan akan memperoleh hasil samping kadmium yang terbuang dalam lingkungan (Palar, 2004).

Menurut Adriyani dan Mahmudiono (2009), kadmium (Cd) di dalam air kebanyakan dalam bentuk ion. Logam berat kadmium dalam air laut berbentuk

senyawa klorida ( $\text{CdCl}_2$ ) dan dalam air tawar berbentuk karbonat ( $\text{CdCO}_3$ ). Pada air payau yang terletak di daerah muara dan pantai biasanya senyawa dari keduanya berjumlah seimbang. Kadmium akan mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik di perairan yang alami yang bersifat basa (Nontji, 2002).

Menurut Sudarmadji *et al.* (2006), keberadaan zink dan timbal dapat meningkatkan toksisitas Kadmium. Paparan akut oleh Kadmium mengakibatkan gejala nausea (mual), muntah, diare, kram otot, anemia pertumbuhan lambat dan kerusakan pada ginjal dan hati serta gangguan pada kardiovaskuler. Cd bersifat racun bagi semua organisme dan berbahaya bagi manusia. Cd pada konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Faktor yang menyebabkan logam berat tersebut dikelompokkan ke dalam zat pencemar ialah 1) logam berat tidak dapat terurai melalui biodegradasi seperti pencemar organik, 2) logam berat dapat terakumulasi dalam lingkungan terutama dalam sedimen sungai dan laut, karena dapat terikat dengan senyawa organik dan anorganik, melalui proses adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks. Logam berat dapat terakumulasi dalam sedimen, sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih besar dari air (Tarigan *et al.*, 2003).

### **2.5.9 Logam Berat Merkuri (Hg)**

Merkuri merupakan logam yang berikatan metalik dengan titik leleh tertinggi di antara logam-logam lainnya. Merkuri adalah satu-satunya yang pada temperatur kamar berfase cair. Sifatnya yang lemah dari ikatan metalik mengakibatkan tekanan uap menjadi tinggi pada temperatur kamar. Jika terhisap oleh makhluk hidup akan menyebabkan racun. Merkuri banyak digunakan dalam termometer, barometer, dan lampu pijar raksa dll. Pada air laut logam berat merkuri akan mudah terikat oleh unsur kimia klor. Jika merkuri berikatan dengan klor akan membentuk merkuri anorganik ( $\text{HgCl}_2$ ). Sehingga akan dengan mudah

masuk ke dalam plankton dan kemudian didistribusikan ke biota laut lain, lalu mengalami perubahan oleh mikroorganisme menjadi merkuri organik (metil merkuri) dalam sedimen di dasar laut. Metil merkuri akan dapat terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup yang membawa penyakit (Kristianingrum, 2009).

Merkuri di lingkungan perairan dapat dibedakan beberapa sifat, yaitu merkuri yang bersifat *volatile* ( $\text{Hg}^0$ ,  $(\text{CH}^3)^2\text{Hg}$ ), merkuri yang mudah larut dalam air ( $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{HgCl}^2$ ,  $\text{CH}^3\text{HgCl}$ ,  $\text{Hg}(\text{NO}^3)^2$ ), dan merkuri yang sulit larut dalam air berupa senyawa kompleks organik ( $\text{CH}^3\text{HgC}$ ) (Boszke *et al.*, 2003). Menurut Suryono (2001), sumber merkuri dari alam adalah *cinnabor* ( $\text{HgS}$ ) dan mineral sulfida, contohnya *sphalerite* ( $\text{ZnS}$ ), *chalcopyrite* ( $\text{CuFeS}$ ) dan galena ( $\text{PbS}$ ). Pelapukan erosi dapat melepaskan merkuri ke dalam perairan (Effendi, 2003).

Merkuri dalam perairan dapat dihasilkan dari proses kegiatan industri kelistrikan, elektronik, baterai, pabrik bahan peledak, fotografi, pelapisan cermin, industri bahan pengawet, pestisida, industri kimia, petrokimia, limbah kegiatan laboratorium, dan pembangkit tenaga listrik dengan tenaga fosil, dimana semua itu pembuangan limbahnya masuk kedalam ekosistem perairan. Merkuri yang memiliki sifat paling toksik adalah dalam bentuk alkil merkuri yaitu metal dan etil merkuri (Suryadiputra, 1995).

Menurut Lasut (2009), organisme perairan dapat mengakumulasi Hg dari air, sedimen, dan makanan yang dikonsumsi. Merkuri yang terakumulasi ke dalam jaringan tubuh ikan, khususnya di dalam otot (daging), memberikan konsekuensi keracunan pada manusia yang mengkonsumsi daging ikan sebagai sumber protein. Kandungan dari merkuri biasanya selalu bertambah dari waktu ke waktu di dalam organisme. Karena sifat logam yang bioakumulatif itulah sehingga organisme sangat baik digunakan sebagai bioindikator pencemaran di perairan (Male *et al.*, 2014). Baku mutu logam berat merkuri (Hg) berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang

baku mutu air laut, baku mutu merkuri (Hg) untuk biota perairan yaitu 0,001 ppm, sedangkan menurut kadar merkuri untuk biota laut sebesar 0,1400 ppm menunjukkan kondisi akut dan 0,0056 ppm menunjukkan kondisi yang kronis.

Merkuri (Hg) atau air raksa adalah logam yang ada secara alami, merupakan satu-satunya logam yang pada suhu kamar berwujud cair (Agustina, 2010). Merkuri merupakan salah satu jenis logam berat yang sangat berbahaya. Bahaya merkuri khususnya Hg metil (MeHg) telah dikenal luas. Melalui proses akumulasi secara biologi (bioakumulasi), proses perpindahan secara biologi (biotransfer) dan pembesaran secara biologi (biomagnifikasi) yang terjadi secara alamiah, organisme laut mengakumulasi MeHg dalam konsentrasi yang relatif tinggi (Yasuda, 2000).

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).

### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini adalah *Cassostrea cucullata*, struktur gambaran hemosit yang meliputi *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) yang didapat dari lokasi yang berbeda yaitu di pesisir pantai Pasururuan dan pantai Situbondo. Parameter kualitas air yang digunakan sebagai data pendukung antara lain suhu, pH, oksigen terlarut (DO), BOD dan ammonia, logam berat Pb, Cd, Hg.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Pengukuran Kualitas air dilakukan secara langsung pada saat pengambilan sampel *Cassostrea cucullata* dan air laut yang dilakukan di pesisir pantai Pasururuan dan pantai Situbondo. Alat dan bahan yang digunakan saat penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan metode survei yang dijelaskan secara deskriptif dengan menggambarkan keadaan lokasi penelitian dan membuktikan dengan analisa data yang didapat. Menurut Sasmaya (2011), metode survey deskriptif merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan pada saat penelitian untuk menjelaskan permasalahan dari penelitian guna mencari pemecahan masalah yang terjadi. Data adalah informasi atau keterangan yang didapat dari suatu peneitian.

Menurut Singarimbun (1989) dalam Wulandari (2010), penelitian survey adalah penelitian yang dilakukan dengan mengambil sampel dari satu populasi pada suatu lokasi tertentu guna mendapatkan data yang pokok. Menurut Arikunto (2010), mengungkapkan bahwa penelitian deskriptif merupakan penelitian

dimana bertujuan untuk menyelidiki suatu keadaan, kondisi atau hal lain yang nantinya akan disajikan dalam bentuk sebuah laporan penelitian secara lugas dan apa adanya. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua macam data yaitu data primer dan data sekunder, antara lain:

**a. Data Primer**

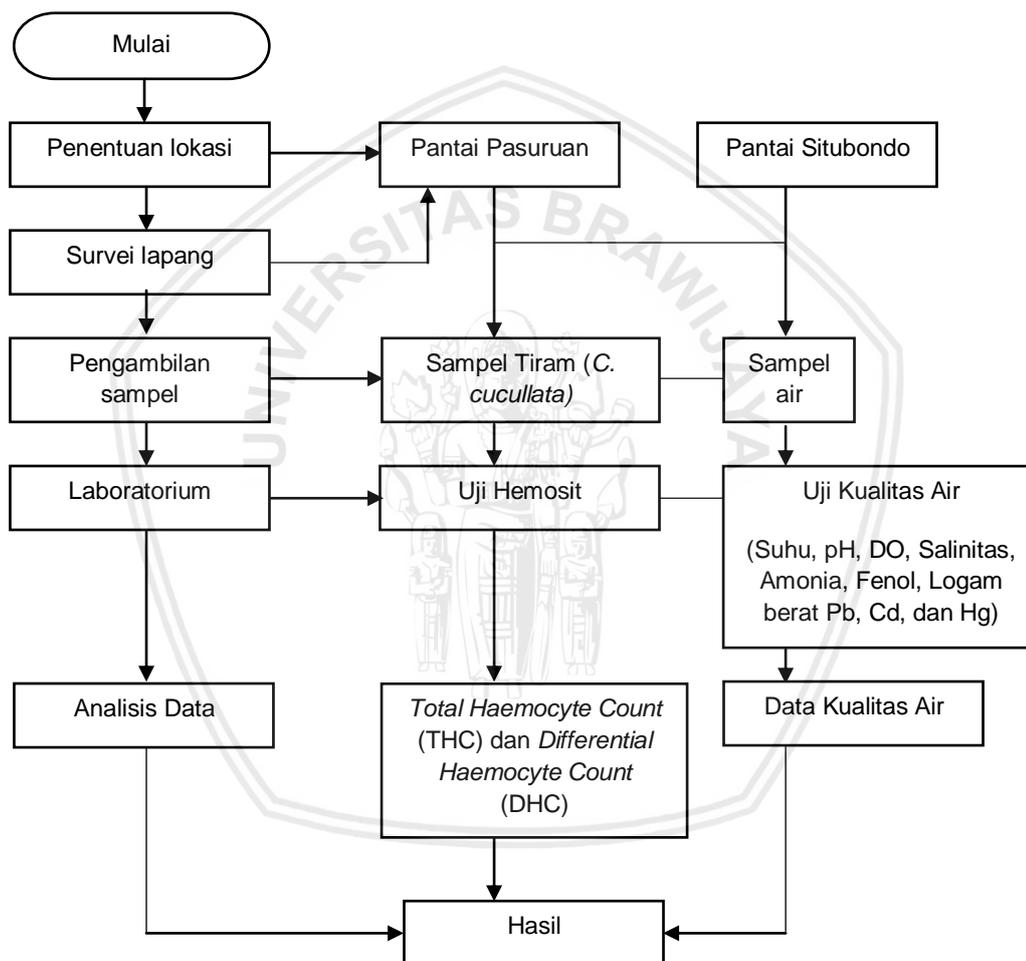
Data primer merupakan data yang didapat secara langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subjek sebagai sumber informasi yang dicari (Azwar, 1997). Menurut Zulfikar *et al.* (2014), Data primer adalah secara langsung diambil dari objek-objek penelitian oleh peneliti perorangan maupun organisasi. Adapun teknik pengambilan data primer dapat dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara yaitu obeservasi langsung ke lapang dan wawancara. Data primer yang pada penelitian meliputi data THC (*Total Heamocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) serta parameter kualitas air suhu, pH, DO, amonia, kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg.

**b. Data Sekunder**

Menurut Waluya (2007), data sekunder adalah data yang telah lebih dulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang diluar dari penyidik sendiri, walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data yang asli. Data sekunder adalah data yang pengumpulannya berasal dari biro statistik, majalah, keterangan-keterangan ataupun publikasi lainnya, bukan diusahakan sendiri secara langsung (Marzuki, 1983). Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari instansi terkait, jurnal, buku-buku, laporan, internet. Data sekunder ini diperlukan untuk mendukung data primer.

### 3.4 Alur Tahapan Penelitian

Alur tahapan penelitian dimulai dari penentuan lokasi yang selanjutnya dilakukan survei lapang, pengambilan sampel tiram *crassostrea cucullata* dan uji hemosit serta analisis data THC dan DHC sampai diperoleh hasil. Seperti pada gambar 3 alur tahapan penelitian berikut:



**Gambar 3.** Alur Tahapan Penelitian

### 3.5 Penentuan Stasiun

Penentuan ini dilaksanakan dengan melakukan survey lokasi terlebih dahulu di pesisir Pantai Pasururuan dan Pantai Situbondo. Pengambilan sampel

dilakukan pada 3 stasiun yang berbeda pada setiap lokasi nya. Stasiun 1 berlokasi di daerah pelabuhan, stasiun 2 berlokasi di daerah aliran muara sungai dan untuk stasiun 3 berada di lokasi TPI. Penentuan ini berdasarkan studi pendahuluan dimana ketiga stasiun yang memiliki aktifitas manusia berbeda-beda, sehingga dapat memberikan informasi yang beragam mengenai kondisi logam berat dan hemosit tiram di lokasi tersebut.

### **3.6 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menyurvei ada tidaknya komoditas *Crasostrea cucullata* di pesisir Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo dengan masing-masing tiga stasiun. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengambilan data pada saat pengambilan data (bahan uji) dalam penelitian.

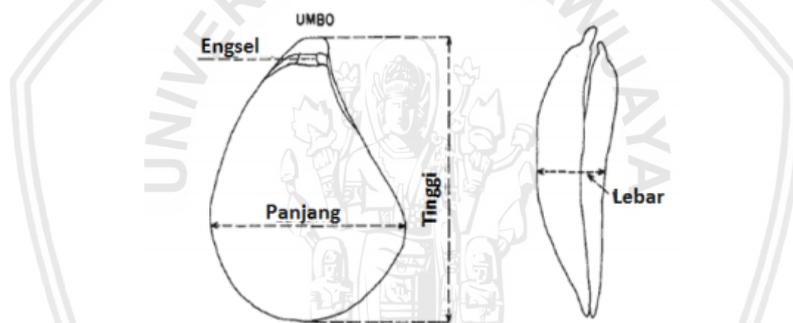
#### **3.5.1 Pengambilan *Crasostrea cucullata* dan Air Sampel**

Pengambilan *Crasostrea cucullata* dilakukan 1 kali sampling. metode yang dilakukan adalah metode random dengan jarak tiap lokasi 100 m dari titik sebelumnya secara horizontal di sepanjang pinggiran pantai. pengambilan air sampel dilakukan pada 2 lokasi dengan 3 stasiun di pesisir Pantai Pasuruan, dan 3 stasiun di pesisir Pantai Situbondo.

Prosedur pengambilan sampel dilakukan pada saat surut terendah di daerah intertidal. Pengambilan sampel lokasi pertama di Pesisir Pantai Pasuruan dilakukan di 3 titik stasiun. Titik yang pertama yaitu terdapat di Desa Panunggul Kecamatan Nguling yang merupakan daerah kawasan mangrove, titik kedua pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Lekok, dan titik ketiga berada Pelabuhan Perikanan (PP) Lekok. Pengamatan dilakukan sebanyak 3 kali pada titik yang berbeda dalam 1 stasiun agar data yang didapat lebih akurat dan dapat

mewakili semua tiram *Crassostrea cucullata* yang terdapat di tiap-tiap stasiun yang telah ditentukan.

*Crassostrea cucullata* yang telah diambil dari setiap stasiun kemudian diletakkan pada keranjang dan ditandai keranjangnya setelah itu dimasukkan pada *cool box* yang sudah diisi media (air laut) kemudian dipindahkan ke laboratorium. jarak perjalanan dari Malang menuju Situbondo sekitar 5 jam dengan menggunakan mobil. Sebelum dilakukan pengamatan hemosit, sampel tiram *Crassostrea cucullata* diukur panjang, lebar, dan tinggi dengan menggunakan jangka sorong. Adapun bagian-bagian tiram yang dapat dilakukan pengukuran menurut Galtsoff (1964), sebagai Gambar berikut:



**Gambar 4.** Bagian Panjang dan Lebar Tiram (Galtsoff, 1964)

*Crassostrea cucullata* yang akan diamati dibersihkan dari lumpur terlebih dahulu untuk kemudian diambil hemolimnya. Menurut Carballa *et al.* (1997), sampel hemolim dapat diambil dari otot aduktor posterior kerang dan diambil menggunakan jarum steril. Menurut Wulandari (2010), hemolim diambil menggunakan spuit berukuran 1 ml dan jarum berukuran 25-G pada bagian pallial sinus kerang. Sebelumnya syringe plastik yang berukuran 3 ml diisi dengan Na-sitrat 10% sebanyak 0,1 ml sebagai anti koagulan untuk menghindari penggumpalan hemosit. Kemudian diambil hemositnya sebanyak 0,1 ml, dicampurkan kemudian dipindahkan ke *Appendorf* lalu disimpan dalam *coolbox*

yang berisi air es agar sampel tetap terjaga. Pengambilan sampel air diambil secara langsung dan ditempatkan pada botol air mineral 600ml, air yang diambil adalah air pada permukaan. kemudian air sampel dimasukkan kedalam coolbox untuk kemudian dianalisis di laboratorium.

### 3.5.2 THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*)

Pengambilan hemosit *Cassostrea cucullata* pada penelitian mengacu pada metode yang tertera pada Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya (2010), hemosit diambil pada bagian aduktor tiram karena pada bagian tersebut banyak terdapat hemolimf. Perbandingan yang digunakan pada sampel THC dan DHC adalah 1:1:1 (0,1 ml Na sitrat: 0,1 ml hemosit: 0,1 ml *Triphan blue*). Sebelum digunakan untuk mengambil hemosit tiram, *syringe* 3 ml diisi Na-sitrat 10% terlebih dahulu sebanyak 0,1 ml sebagai anti koagulan agar hemosit tidak menggumpal. Hemosit yang sudah diambil kemudian dipindahkan ke appendorf yang sudah diisi 0,1 ml *triphan blue* sebagai larutan pewarna lalu dikocok searah secara perlahan dan didiamkan selama 5 menit. Sampel hemosit yang sudah tercampur diberi label sesuai dengan masing-masing stasiun agar tidak tertukar. Setelah itu diambil sampel yang telah dibuat sebanyak 0,2 ml kemudian di teteskan pada *haemocytometer* dan diamati dibawah mikroskop, lalu hitung THC dan DHC. Rumus yang digunakan menghitung THC dan DHC sebagai berikut:

$$\text{THC} = \text{Jumlah sel total} \times 5 \times 10^4 \times \text{Faktor Pengencer} / 10 \text{ (sel/mL)}$$

$$\text{DHC} = C \%$$

$$1. \text{Hyalin} = \frac{\text{Jumlah sel hyalinosit}}{\text{Jumlah total hemosit}} \times 100 \%$$

$$2. \text{Semi Granulosit} = \frac{\text{Jumlah sel semi granulosit}}{\text{Jumlah total hemosit}} \times 100\%$$

$$3. \text{Granulosit} = \frac{\text{Jumlah sel granulosit}}{\text{Jumlah total hemosit}} \times 100 \%$$

### 3.5.3 Analisis Kualitas Air

Adapun parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) dan Amonia, salinitas, BOD, logam berat Pb, Cd, Hg. Tujuan mengukur kualitas air adalah untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan tempat hidup tiram tersebut.

#### 1. Suhu

Pengukuran suhu menurut Bloom (1998) dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara:

- Memasukkan thermometer Hg ke dalam perairan sekitar 10 cm dan ditunggu sekitar 2 menit sampai air raksa dalam skala thermometer menunjuk atau berhenti pada skala tertentu.
- Mencatat dalam skala  $^{\circ}\text{C}$ .
- Membaca skala pada thermometer pada saat masih didalam air, dan jangan sampai tangan menyentuh thermometer.

#### 2. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH menurut Subarijanti (1990), dilakukan dengan menggunakan pH paper dan kontak standar, pengukuran dilakukan dengan cara:

- Menyiapkan pH paper
- Masukkan pH paper kedalam perairan selama 2 menit
- Mengibaskan sampai setengah kering
- Membaca hasil yang tertera pada kotak standart pH paper

#### 3. Oksigen terlarut

Prosedur pengukuran oksigen terlarut di suatu perairan menggunakan DO Meter menggunakan metode uji menurut SNI (2005), adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Mengambil air sampel dengan menggunakan botol sampel 250 ml.

- Menambahkan 1 ml  $\text{MnSO}_4$  dan 1 ml  $\text{NaOH} + \text{KI}$  dengan menggunakan pipet tetes tepat di atas permukaan larutan.
- Menutup segera botol sampel kemudian homogenkan hingga terbentuk gumpalan dan tunggu hingga gumpalan mengendap sekitar 5 sampai 10 menit.
- Membuang air bening diatas endapan hingga yang tersisa di dalam botol hanya endapan.
- Menambahkan 3 – 4 tetes amilum sebagai indicator warna ungu.
- Menambahkan 1 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, tutup kembali dan homogenkan hingga larut sempurna.
- Mentitrasi larutan dengan menggunakan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dengan indikator warna ungu (amilum) tepat hilang.

#### 4. Amonia

Pengukuran amonia menggunakan metode uji menurut SNI (2005) dengan cara sebagai berikut:

- Memasukkan 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer.
- Menambahkan 1 ml larutan fenol dan menghomogenkannya.
- Menambahkan 2,5 ml larutan pengoksidasi dan menghomogenkannya.
- Selanjutnya erlenmeyer ditutup dengan plastic atau paraffin film.
- Membiarkan larutan pada erlenmeyer selama 1 jam agar terbentuk warna dengan sempurna. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam cuvet
- Memasukkan larutan ke dalam cuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 640 nm.

## 5. Salinitas

Menurut Lailiyah *et al.*(2014), prosedur pengukuran salinitas dilakukan dengan menggunakan salinometer Atago PAL-06S refraktometer adalah sebagai berikut:

- Melakukan kalibrasi alat menggunakan akuades.
- Kemudian larutan sampel diteteskan pada lempengan prisma tersebut
- Lalu mengamati hasilnya dan mencatat.
- Prisma dibilas dengan aquades serta dikeringkan dengan tissue.
- Salinometer disimpan di tempat semula.



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 1 (Pasuruan)

Kabupaten Pasuruan merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Timur. Letak geografi kabupaten Pasuruan antara 7°35' – 7°44' Lintang Selatan dan 113°30' – 114°42' Bujur Timur dengan batas-batas wilayah:

Bagian utara : Kabupaten Sidoarjo dan Selat Madura

Bagian selatan : Kabupaten Malang

Bagian timur : Kabupaten Probolinggo

Bagian barat : Kabupaten Mojokerto

Luas wilayah kabupaten Pasuruan ±147.401,50 Ha yang terdiri dari 24 kecamatan, 341 desa, dan 24 kelurahan dengan jumlah penduduk berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2013 adalah 1.550.914 jiwa yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai buruh swasta (pekerja industri). Kabupaten Pasuruan juga mempunyai daerah pantai dengan luas sebesar ±99.532,50 Ha yang membentang mulai Kecamatan Nguling, Lekok, Grati, Winongan, Gondang Wetan, Rejoso, Kraton, Rembang, Pohjentrek, Beji dan Bangil serta Kecamatan Gempol (Pemkab Pasuruan, 2018).

Kabupaten Pasuruan mempunyai Pelabuhan Perikanan (PP) yang terdapat di Kecamatan Lekok. Pelabuhan Perikanan Lekok berada tepat pada jalur utama pantai utara Pulau Jawa bagian timur yang menghubungkan Kota Surabaya dengan pulau Bali, dua wilayah yang menjadi sentra ekonomi Indonesia bagian timur. Saat ini kegiatan pelayanan dan pengelolaan di Pelabuhan Perikanan (PP) Lekok dilaksanakan oleh UPT Pelabuhan Perikanan Lekok yang merupakan salah satu Unit Pelaksana Teknis Pemerintah Provinsi Jawa Timur dibawah naungan Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur.

Pengambilan sampel lokasi pertama di Pesisir Pantai Pasuruan dilakukan di 3 (tiga) titik stasiun. Titik yang pertama yaitu terdapat di Desa Panunggul Kecamatan Nguling yang merupakan daerah kawasan mangrove, titik kedua pada Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Lekok, dan titik ketiga berada Pelabuhan Perikanan (PP) Lekok. Masing-masing diambil beberapa sampel tiram *Crassostrea cucullata* untuk diambil hemolim dan ukuran tiram, serta sampel air untuk dilakukan pengukuran kualitas air.

#### 4.1.1 Stasiun Pengamatan 1

Stasiun pengamatan 1 terletak di Desa Panunggul Kecamatan Nguling yang merupakan area kawasan hutan mangrove gambar 5. Kawasan hutan mangrove sendiri mempunyai berbagai fungsi, baik secara fisika, kimia maupun biologis. Salah satu fungsi hutan mangrove yakni sebagai tempat tempat perlindungan sempadan pantai serta perlindungan ekosistem pesisir. Hutan mangrove memproduksi nutrisi yang dapat menyuburkan perairan laut, membantu dalam perputaran karbon, nitrogen, serta perairan kaya akan nutrisi baik nutrisi organik maupun anorganik. Banyaknya kandungan nutrisi yang terdapat pada kawasan mangrove menyebabkan banyaknya keanekaragaman hayati yang terdapat di kawasan tersebut, salah satunya tiram *Crassostrea cucullata* yang hidup menempel pada akar mangrove dan pada bebatuan di sekitar area mangrove.



**Gambar 5** Stasiun Pengamatan 1 (Mangrove)

#### 4.1.2 Stasiun Pengamatan 2

Stasiun pengamatan 2 bertempat di Pelelangan Ikan (TPI) Desa Jati Rejo Kecamatan Lekok yang terletak di sebelah selatan pelabuhan gambar 6. TPI merupakan tempat para penjual dan pembeli melakukan transaksi jual beli ikan melalui pelelangan. Pada lokasi ini terdapat pencemaran yang dilakukan oleh orang-orang sekitar yang membuang limbah ikan yang sudah tidak terjual ataupun ikan-ikan yang sudah busuk ke laut. Selain itu, kondisi sekitar TPI mengindikasikan adanya tumpahan-tumpahan minyak pelumas dan sisa bahan bakar yang secara visual ditunjukkan oleh airnya yang berwarna kehitaman.



Gambar 6. Stasiun Pengamatan 2 (TPI Lekok)

#### 4.1.3 Stasiun Pengamatan 3

Stasiun pengamatan 3 terletak di Pelabuhan Perikanan (PP) Lekok yang sering digunakan untuk area berlabuhnya kapal saat mendaratkan hasil tangkapan ikan gambar 7. Pelabuhan terletak didekat area pintu masuk dan keluar pelabuhan sehingga banyak kapal nelayan melintas. Adanya kandungan logam berat dan bahan pencemar lainnya di perairan pelabuhan dapat terjadi dikarenakan tumpahan bahan bakar solar dan bensin akibat banyaknya kapal-kapal nelayan yang beroperasi. Kapal-kapal nelayan yang bersandar di pelabuhan juga berpotensi menyumbangkan logam berat pada perairan karena cat-cat pewarna pada kapal dan tumpahan oli bekas kapal.



**Gambar 7.** Stasiun Pengamatan 3 (PPI Lekok)

#### 4.2 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 2 (Situbondo)

Lokasi Kabupaten Situbondo terletak di ujung timur pulau Jawa yang merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Secara geografis wilayah Kabupaten Situbondo terletak antara  $7^{\circ}35'$  –  $7^{\circ}44'$  LS dan  $113^{\circ}30'$  sampai  $114^{\circ}42'$  BT yang merupakan dataran rendah dengan ketinggian  $\pm 1$  meter di atas permukaan air laut. Kabupaten Situbondo memiliki wilayah seluas  $\pm 1.638,50$  Ha dan secara administrasi terbagi menjadi 17 Kecamatan, 132 Desa, 4 Kelurahan, 660 Dusun. Jumlah penduduk Kabupaten Situbondo berdasarkan data tahun 2015 yakni  $\pm 799.339$  jiwa (Pemkab Situbondo, 2018). Adapun batas-batas wilayah Kabupaten Situbondo adalah:

Sebelah Utara	: Selat Madura
Sebelah Selatan	: Kabupaten Bondowoso
Sebelah Barat	: Kabupaten Probolinggo
Sebelah Timur	: Selat Bali

Kabupaten Situbondo terletak di pesisir pantai Utara laut Jawa dengan panjang pantai  $\pm 152$  km yang memiliki potensi laut sangat besar. Kabupaten Situbondo juga merupakan Kabupaten yang cukup terkenal karena memiliki banyak pantai. Dari 17 Kecamatan yang ada, 14 Kecamatan diantaranya memiliki pantai dan hanya 3 kecamatan yang tidak memiliki pantai. Salah satu pantai yang terkenal di Kabupaten Situbondo yakni Pantai Pasir Putih. Adanya

tempat pariwisata dan aktifitas manusia lainnya seperti perikanan dan pertanian dapat menyumbang bahan pencemar ke dalam suatu perairan (Effendy, 2009).

#### 4.2.1 Stasiun Pengamatan 1

Stasiun pengamatan 1 terletak di Pesisir Pantai Pasir Putih yang merupakan tempat pariwisata dan terdapat banyak perhotelan serta pemukiman warga di sekitar pantai tersebut. Pantai Pasir Putih berada pada titik koordinat  $07^{\circ} 41' LS$  dan  $113^{\circ}49' BT$  dengan ketinggian 10 meter dari permukaan laut. Stasiun ini dipilih karena terdapat tiram yang menempel pada batu-batuan dan akar mangrove di sekitar kawasan pantai tersebut gambar 8. Pada stasiun 1 ini juga terdapat limbah rumah tangga dan limbah dari kegiatan pariwisata yang dapat menyebabkan pencemaran. Berikut gambar dari stasiun pengamatan 1 di Kabupaten Situbondo.



**Gambar 8.** Stasiun Pengamatan 1 (Pantai Pasir Putih)

#### 4.2.2 Stasiun Pengamatan 2

Stasiun Pengamatan 2 terletak di Pantai Blitok yang berada pada titik koordinat  $07^{\circ}43' LS$  dan  $113^{\circ}47' BT$ . Pantai Blitok merupakan salah satu tempat pariwisata yang terdapat di Kabupaten Situbondo gambar 9. Lokasi pantai ini terbilang strategis karena berada pada jalur pantura yang menjadi penghubung dengan Kabupaten Banyuwangi. Selain itu, Pantai Blitok juga memiliki dermaga yang menjadi tempat bersandarnya kapal-kapal nelayan. Pada stasiun ini, tiram

*Crassostrea cucullata* banyak ditemukan menempel pada batu-batuan yang menjadi penyangga/pelindung gelombang dan tempat bersandarnya kapal.



**Gambar 9.** Stasiun Pengamatan 2 (Pantai Blitok)

#### 4.2.3 Stasiun Pengamatan 3

Stasiun 3 terletak di Pelabuhan Besuki berada pada titik koordinat 07°43' LS dan 113°41' BT. Pelabuhan Besuki merupakan tempat yang digunakan untuk berlabuhnya kapal dan mendaratkan hasil tangkapan serta dekat dengan pemukiman penduduk. Pelabuhan Besuki berpotensi tercemar karena banyaknya aktifitas manusia seperti bongkar muat kapal, pengisian bahan bakar solar dan pergantian oli kapal yang dapat menghasilkan limbah logam berat berbahaya. Selain itu, terdapat sungai yang bermuara ke pantai dan melalui pemukiman penduduk memungkinkan terjadinya pencemaran. Limbah domestik maupun limbah industry yang dibuang ke sungai akan langsung menuju laut yang mengakibatkan terjadinya pencemaran di wilayah pesisir pantai tersebut.



**Gambar 10.** Stasiun Pengamatan 3 (Pelabuhan Besuki)

### 4.3 Sebaran Ukuran Sampel Tiram *Crassostrea cucullata*

Sebaran ukuran sampel Tiram *Crassostrea cucullata* pada penelitian di pesisir pantai Pasuruan dan pesisir pantai Situbondo yaitu dengan cara mengukur panjang, lebar dan tinggi dari cangkang Tiram *Crassostrea cucullata* menggunakan jangka sorong Adapun hasil pengukuran rata tiram *Crassostrea cucullata* pada lokasi 1 di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo (**Tabel 1**).

**Tabel 1.** Hasil Pengukuran Tiram *Crassostrea cucullata* di Pantai Pasuruan dan situbondo.

Stasiun	Ulangan	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
<b>1</b>	1	39	28	9
	2	63	32	21
	3	31	22	11
<b>Rata-rata</b>		44.33	27.33	13.67
<b>2</b>	1	41	27	13
	2	27	18	10
	3	30	23	12
<b>Rata-rata</b>		32.67	22.67	11.67
<b>3</b>	1	29	19	11
	2	31	24	16
	3	37	23	14
<b>Rata-rata</b>		32.33	21.67	13.67

\*Keterangan: Stasiun 1 (Mangrove, Panunggul); Stasiun 2 (TPI Lekok); Stasiun 3 (Pelabuhan Lekok).

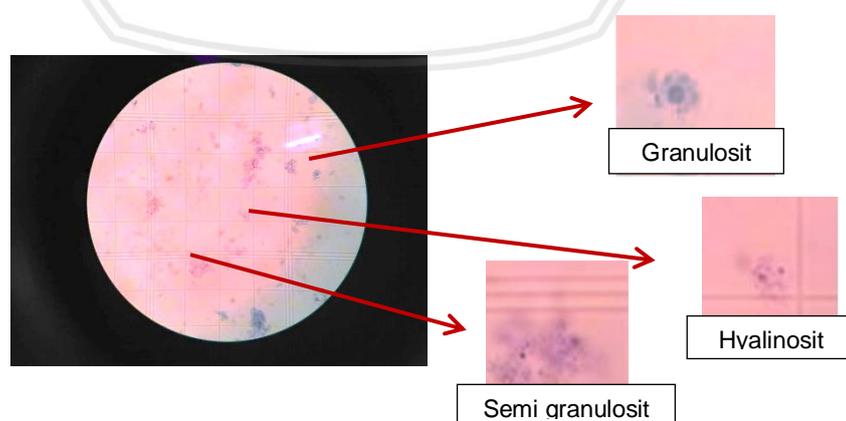
Stasiun	Ulangan	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tinggi (mm)
<b>1</b>	1	34	28	17
	2	23	13	8
	3	39	21	12
<b>Rata-rata</b>		32	20.67	12.33
<b>2</b>	1	27	19	10
	2	56	32	13
	3	32	22	11
<b>Rata-rata</b>		38.33	24.33	11.33
<b>3</b>	1	21	16	11
	2	33	20	9
	3	29	17	14
<b>Rata-rata</b>		27.67	17.67	11.33

\*Keterangan: Stasiun 1 (Pantai Pasir Putih); Stasiun 2 (Pantai Blitok); Stasiun 3 (Pelabuhan Besuki).

Hasil pengukuran tiram di setiap stasiun di pantai situbondo didapatkan hasil rata-rata ukuran tiram *Crassostrea cucullata* dengan panjang 32 mm – 38 mm, lebar 20 mm – 24 mm, dan tinggi 11 mm – 12 mm. Ukuran tiram *Crassostrea cucullata* dapat mempengaruhi kandungan hemosit pada tubuh tiram. Menurut Nurjanah (2004) dalam Rudiyantri (2009), menyatakan bahwa kerang yang berukuran kecil (muda) memiliki suatu kemampuan akumulasi lebih besar dari pada kerang yang berukuran lebih besar (tua). Kualitas air menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tiram. Perairan tercemar dapat mengganggu pertumbuhan tiram. Parameter kualitas air yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tiram diantaranya seperti arus, suhu, pH, DO dan salinitas (Idris, 2006).

#### 4.5 Hasil Analisis *Total Haemocyte Count* (THC) Tiram *Crassostrea cucullata*

Pengamatan dan Pengukuran *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram *Crassostrea cucullata* dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui kondisi fisiologis dari spesies tersebut. Hasil pengamatan profil hemosit melalui mikroskop dapat dilihat pada gambar 11.



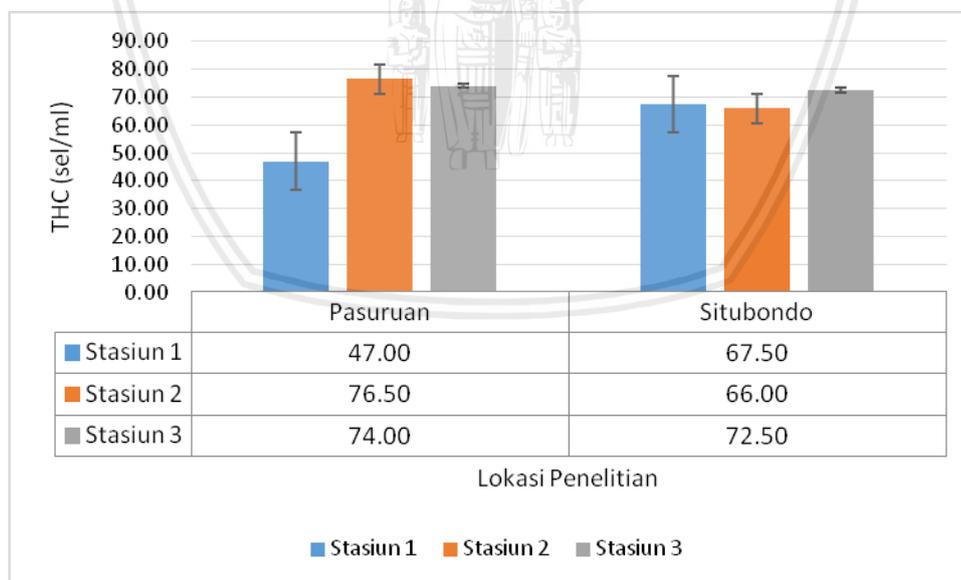
**Gambar 11.** Hasil pengamatan granulosit, semi granulosit, hyalinosit

Pengamatan dan pengukuran *Total Haemocyte count* (THC) pada tiram *Crassostrea cucullata* dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui kondisi fisiologis dari spesies tersebut. Berikut ini adalah hasil pengamatan profil hemosit melalui mikroskop. (gambar 12)



**Gambar 12.** Profil hemosit (A: Granulosit; B: Semi granulosit; dan C: Hyalinosit)

Berikut ini adalah grafik hasil perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram *Crassostrea cucullata* pada 2 lokasi penelitian yaitu di wilayah pantai pasuruan dan situbondo. Setiap lokasi penelitian diambil 3 stasiun pengamatan dengan jarak setiap stasiun adalah 100m untuk mengidentifikasi tingkat cemaran pada 3 stasiun tersebut. (gambar 13)



**Gambar 13.** Grafik Data Pengamatan THC di Pantai Pasuruan Dan Pantai Situbondo

Berdasarkan grafik diatas (Gambar 13) diperoleh hasil *Total Haemocyte Count* (THC) di Pantai Pasuruan dengan kisaran rata-rata  $47,00 \times 10^4 - 76,50 \times$

$10^4$  sel/ml, sedangkan untuk Pantai Situbondo diperoleh kisaran rata-rata  $66,00 \times 10^4 - 72,50 \times 10^4$  sel/ml. Berdasarkan hasil THC pada tiram *Crassostrea cucullata* tersebut, dapat nyatakan bahwa kondisi tiram dalam keadaan tercemar dikarenakan melebihi ambang batas normal bivalvia yang sehat. Sesuai dengan pendapat Delaporte *et al.* (2003) yang menyatakan bahwa batas normal bivalvia dikatakan sehat nilai THC sebesar  $6,4 \pm 2,2 \times 10^5$  sel/ml ( $64 \times 10^4$  sel/ml). Nilai THC bivalvia yang berada di atas maupun dibawah kisaran diduga sedang memproduksi pertahanan tubuh dalam jumlah banyak akibat paparan dari material asing maupun pathogen, sementara jika berada tidak jauh dibawah kisaran tersebut dapat dikatakan normal.

Selanjutnya, berdasarkan hasil uji *Tests of Between Subjects Effects* (Lampiran 6) pada SPSS Versi 16.0 untuk melihat hubungan antara hasil nilai THC dari Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo diperoleh nilai Sig. 0,766 atau nilai Sig.  $> 0,05$  yang berarti bahwa nilai THC (*Total Haemocyte Count*) di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo tidak berbeda nyata. Hemosit merupakan salah satu bentuk sistem pertahanan tubuh yang bersifat seluler dan memainkan peranan penting dalam respon kekebalan tubuh (Setyati, 2007). Tipe sel hemosit berperan penting dalam mekanisme sistem pertahanan tubuh tiram (Andrade, 2011). Jumlah hemosit yang berada pada masing-masing individu bivalvia dapat dipengaruhi oleh lokasi, suhu, salinitas dan umur. Oleh karena itu, jumlah THC yang jauh berada di atas maupun di bawah range normal, mengindikasikan terjadinya pencemaran.

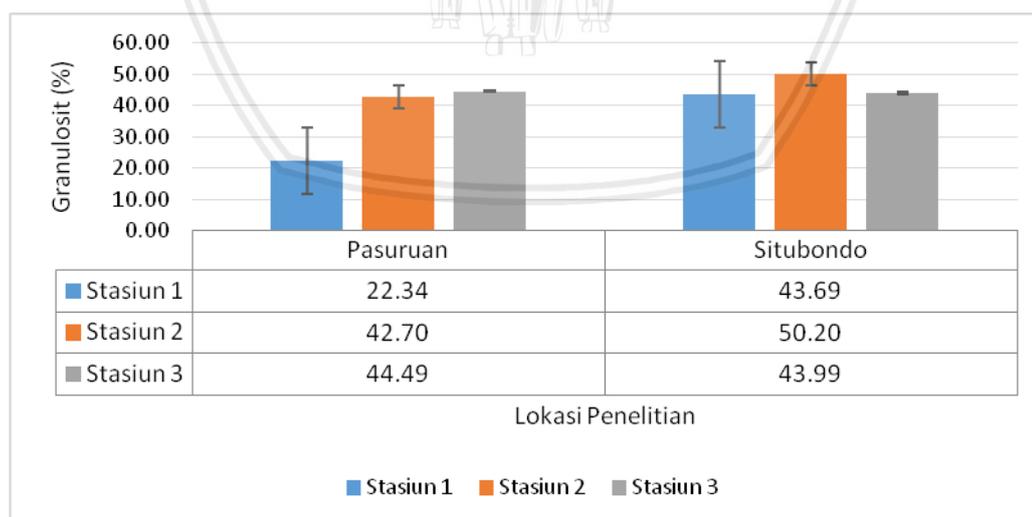
Menurut Van de Braak (2002) dalam Arifuddin *et al.* (2004), penurunan total hemosit telah diuji tentang hubungan aktifitas yang berbeda. Hemosit akan bermigrasi ke tempat injeksi yang dapat menyebabkan berkurangnya konsentrasi sel dalam hemolim. Hemosit yang beragregat menjadi gumpalan setelah diinfeksi bakteri yang akut dan diinjeksi. Degranulasi dapat diikuti oleh

lisis sel, oleh karena itu sejumlah hemosit dapat hilang selama proses degranulasi. Hal ini diperkuat dengan pendapat Ford dan (1993), respon dari jumlah hemosit terhadap stressor dapat berubah dari waktu ke waktu dalam jangka waktu realtif pendek dan perubahan komposisi hemosit dapat berbeda dari masing-masing spesies dan jumlah hemosit dipengaruhi oleh lokasi, suhu, salinitas dan umur.

#### 4.6 Hasil Analisis *Differential Haemocyte Count (DHC)* tiram *Crassostrea cucullata*

##### 4.6.1 Granulosit

Hasil pengamatan DHC pada tiram *Crassostrea cucullata* dilakukan pengamatan pada 3 jenis sel hemosit, yaitu sel granulosit, semi granulosit dan hyalinosit. Menurut Galtsoff (1964), sel granulosit terdiri atas granula pada sitoplasma dan berkemampuan fagositosis serta berpindah menyerupai amoeba, sedangkan pada sel hyaline hanya terdapat sedikit granul, dan semi granul mempunyai bentuk lebih besar dari hhyalin. hasil perhitungan *Defferential Hemocyte Count* sel granulosit dapat dilihat pada gambar 14.



**Gambar 14.** Grafik Hasil Pengamatan Sel Granulosit Tiram *Crassostrea cucullata* Pantai Pasuruan Dan Pantai Situbondo.

Hasil pengamatan DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel granulosit pada tiram *Crasostrea cucullata* didapatkan hasil perhitungan di Pantai Pasuruan berkisar antara 22.34% - 44.49 %, sedangkan di Pantai Situbondo berkisar antara 43.69% - 50.20 %. Hasil tertinggi diperoleh dari stasiun 2 Situbondo yakni Pantai Blitok, sedangkan terendah diperoleh dari stasiun 1 Pasuruan yakni kawasan mangrove Panunggul. Menurut Choi *et al.* (2011), granulosit yang tercemar berkisar antara 11.24% - 22.4%, sehingga dapat disimpulkan bahwa di kedua lokasi tersebut adalah tercemar.

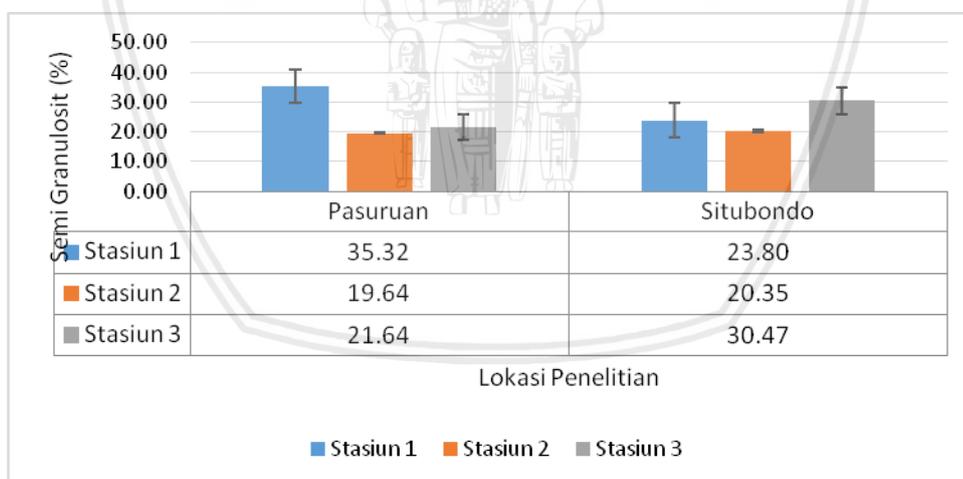
Selanjutnya, berdasarkan hasil uji *Tests of Between Subjects Effects* (Lampiran 6) pada SPSS Versi 16.0 untuk melihat hubungan antara hasil nilai DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel granulosit dari Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo diperoleh nilai Sig. 0,240 atau nilai Sig. > 0,05 yang berarti bahwa nilai DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel granulosit di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo tidak berbeda nyata.

Pada sel granulosit terdapat berbagai ruang dan salah satunya merupakan lisosom yang berfungsi menahan logam-logam yang terakumulasi. Lisosom merupakan saluran untuk menyimpan logam yang enzim hidrolitik. Enzim tersebut akan yang berasosiasi dengan sitoplasma granula yang ditemukan di beberapa spesies moluska. Terdapat bekas akumulasi logam pada sitoplasma granula dan peningkatan jumlah granulosit pada tiram yang diambil lingkungan yang terkontaminasi. Menurut Aladaileh *et al.* (2007), menyatakan bahwa granulosit memiliki enzim hidrolitik yang mempunyai kemampuan untuk memfagositis mikroba yang berkontribusi terhadap pembunuh intraseluler. Sel granulosit aktif ketika adanya patogen atau bahan pencemar yang masuk ke dalam tubuh tiram. Menurut Galtsoff (1964), sel granulosit yang aktif dalam melakukan fagositosis pada tiram dapat diartikan bahwa sudah terjadi respon melakukan perlawanan internal di dalam tubuh tiram terdapat kondisi lingkungan

yang tercemar logam berat seperti Pb, Hg dan Cd. Enzim yang ditemukan di dalam granulosit yaitu amylase, glikogenase, lipase, dan sistem oksidasi yang kompleks. Oleh karena itu, nilai granulosit tinggi mengindikasikan perairan tersebut sedang dalam kondisi tercemar. Nilai granulosit rendah yang terdapat di stasiun 1 mengindikasikan perairan tersebut masih dalam kondisi belum tercemar. Hal tersebut dapat dilihat dari lokasi penelitian yang merupakan wilayah mangrove yang merupakan habitat ideal bagi tiram.

#### 4.6.2 Semi Granulosit

Hasil penelitian DHC (*Differential Haemocyte Count*) yang kedua yakni sel semi granulosit. Menurut Kurniawan (2012), semi granulosit mempunyai bentuk yang lebih besar dari pada hyalin, berbentuk oval memanjang dengan jumlah sedikit namun menyebar. grafik hasil pengamatan semi granulosit pada tiram *Crassostrea cucullata* dapat dilihat pada gambar 15:



**Gambar 15.** Grafik Hasil Pengamatan Semi Granulosit pada Tiram *Crassostrea cucullata* di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo.

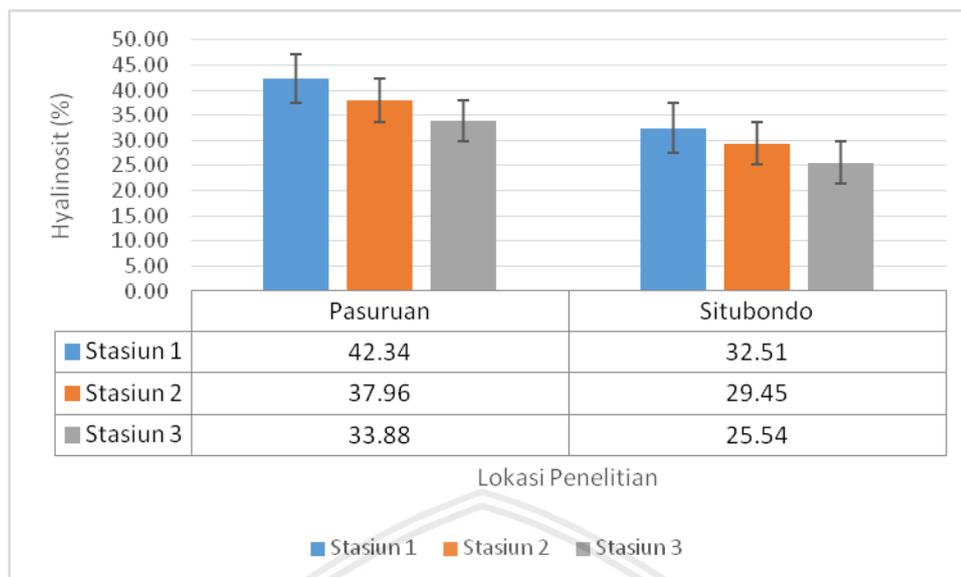
Berdasarkan hasil pengamatan DHC sel semi granulosit pada tiram *Crassostrea cucullata* didapatkan hasil di Pantai Pasuruan sebesar 21,64 % - 35,32 %, sedangkan di Pantai Situbondo berkisar antara 20.35 % - 30.47%. sel semi granulosit tertinggi diperoleh di stasiun 1 tepatnya di pantai Panunggul

Kabupaten Pasuruan. Nilai sel semi granulosit yang tinggi mengindikasikan perairan tersebut belum tercemar. Sel semi granulosit merupakan sel tidak berperan secara langsung dalam proses fagositosis sehingga dapat dikatakan di lokasi tersebut belum banyak terdapat bahan pencemar. Menurut Johansson *et al.* (2000), sel semi granulosit merupakan sel dengan jumlah yang lebih rendah dibandingkan dengan sitoplasmanya. Menurut Ekawati *et al.* (2012), sel semi granulosit merupakan pematangan dari sel hyaline yang berperan dalam enkapsulasi dan sedikit dalam proses fagositosis serta menghasilkan enzim propneleksidase (proPO). Aktivitas prophenoloksidase (proPO) akan membebaskan suatu enzim dari sel granular yang berperan dalam sistem pertahanan non spesifik.

Selanjutnya, berdasarkan hasil uji *Tests of Between Subjects Effects* (Lampiran 6) pada SPSS Versi 16.0 untuk melihat hubungan antara hasil nilai DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel semi granulosit dari Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo diperoleh nilai Sig. 0,940 atau nilai Sig. > 0,05 yang berarti bahwa nilai DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel granulosit di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo tidak berbeda nyata.

#### 4.6.2 Hyalinosit

Hasil penelitian *Differential Haemocyte Count* (DHC) yang ketiga adalah hyalinosit. Sel hyalinosit merupakan sel dengan perbandingan inti sel lebih tinggi dari sitoplasma dengan memiliki sedikit granulosit. Di bawah ini adalah grafik hasil penelitian di wilayah Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo gambar 16. Setiap lokasi penelitian diambil 3 stasiun pengamatan dengan jarak setiap stasiun adalah 100m untuk mengidentifikasi tingkat cemaran pada 3 stasiun tersebut.



**Gambar 16.** Grafik Hasil Pengamatan Hyalinosit pada Tiram *Crassostrea cucullata* di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo

Berdasarkan hasil pengamatan DHC sel hyalinosit pada Pantai Pasuruan berkisar antara 33.88% - 42.34 %, sedangkan di Pantai Situbondo berkisar 25.54% - 32,51%. Dari hasil pengamatan tersebut dapat dikatakan bahwa kondisi tiram *Crassostrea cucullata* tercemar gambar 16. Hal ini berdasarkan pendapat Choi *et al.* (2011), hyalinosit pada *Crassostrea cucullata* yang tidak tercemar berkisar antara 76,3 % - 87,3%. Grafik diatas menunjukkan sel hyalinosit tertinggi terdapat di stasiun 1 Pantai Pasuruan yang berlokasi di TPI Lekok, sedangkan terendah terdapat di stasiun 3 Pantai Situbondo yang berlokasi di Pantai Besuki

Selanjutnya, berdasarkan hasil uji *Tests of Between Subjects Effects* (Lampiran 6) pada SPSS Versi 16.0 untuk melihat hubungan antara hasil nilai DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel hyalinosit dari Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo diperoleh nilai Sig. 0,084 atau nilai Sig. > 0,05 yang berarti bahwa nilai DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel granulosit di Pantai Pasuruan dan Pantai Situbondo tidak berbeda nyata.

Hasil perhitungan nilai THC dan DHC pada kedua lokasi diperoleh nilai yang mengindikasikan tingkat pertahanan tubuh pada tiram, sehingga bisa

dikatakan perairan di kedua lokasi tersebut dalam keadaan tercemar. Bahan pencemar yang mungkin terdapat perairan tersebut dapat berupa ammonia, fenol, Cd dan Hg.

#### 4.7 Analisis Kualitas Air

Pada penelitian ini dilakukan juga pengukuran kualitas air pada lokasi pengambilan sampel tiram *Crassostrea cucullata* yang berada di Pesisir Pantai Pasuruan dan Situbondo. Parameter kualitas air yang di ukur antara lain suhu, pH, oksigen terlarut, amonia, DO, logam berat Pb, Cd, Hg. Adapaun hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil Pengukuran Kualitas Air di Pantai Pasuruan dan Situbondo

Parameter kualitas air	Stasiun	Lokasi Penelitian		Standart Baku Mutu
		Pasuruan	Situbondo	
Suhu (°C)	1	31	32	28 - 32 (Kordi dan Andi, 2007)
	2	30	30	
	3	29	33	
pH	1	8.21	8.32	6 - 8.5 (Odum, 1993)
	2	8.85	8.51	
	3	8.72	8	
DO (mg/l)	1	6.38	5.85	5 (Edward, 2008 )
	2	4.08	2.98	
	3	3.81	4.23	
Salinitas (mg/l)	1	33	29	27 - 33 (Kepmen LH No 51 tahun 2004)
	2	35	31	
	3	37	11	
Amonia (mg/l)	1	0.23	0.53	<0.2 (PP No. 82 Tahun 2001)
	2	0.33	0.61	
	3	0.46	0.43	
Fenol (mg/l)	1	2.52	1.96	<1.79 (Dewilda <i>et al.</i> , 2012)
	2	3.20	2.18	
	3	2.86	2.24	
Pb (mg/l)	1	0.0017	0.0021	0.01 - 0.035 (Laws, 1993)
	2	0.0031	0.0041	
	3	0.0023	0.0046	
Cd (mg/l)	1	0.0018	0.0021	0.002 (Kepmen LH No 51 tahun 2004)
	2	0.0036	0.0014	
	3	0.0029	0.0021	
Hg (mg/l)	1	0.0008	0.0016	0.001 (Kepmen LH No 51 Tahun 2004)
	2	0.0019	0.0009	
	3	0.0025	0.0025	

\*Keterangan: Pasuruan: Stasiun 1 (Mangrove, Panunggul); Stasiun 2 (TPI Lekok); Stasiun 3 (Pelabuhan Lekok); Situbondo: Stasiun 1 (Pantai Pasir Putih); Stasiun 2 (Pantai Blitok); Stasiun 3 (Pelabuhan Besuki).

Pada tabel 3 menunjukkan nilai kualitas air pada masing-masing lokasi pada pantai pasuruan dan pantai situbondo. Hasil yang melebihi batas standart baku mutu terdapat pada kualitas air fenol, logam berat Hg, dan Cd. Sedangkan pada parameter lain menunjukkan kondisi yang normal.

#### 4.7.1 Parameter Fisika

##### a. Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu yang dilakukan di Pantai Pasuruan pada pukul 08:00 WIB, diperoleh hasil suhu berkisar antara 29 – 31 °C, sedangkan pengukuran suhu di Pantai Situbondo yang dilakukan pada pukul 13.00 WIB, diperoleh hasil berkisar antara 30 – 33 °C. Hasil pengukuran suhu terbilang cukup tinggi karena pada waktu pengukuran intensitas matahari cukup tinggi sehingga menyebabkan suhu perairan naik. Suhu sangat mempengaruhi laju metabolisme bivalvia, seiring dengan peningkatan suhu maka laju metabolisme akan meningkat. Berdasarkan baku mutu KEPMENLH No. 51 tahun 2004 untuk biota laut berkisar antara 28 - 30 °C. Menurut Suwignyo *et al.* (1981), bivalvia seperti tiram menyukai lingkungan dengan suhu sekitar 24 – 29°C. Sedangkan menurut Galtsoff (1964), tiram dapat hidup dari perairan dingin sampai perairan panas.

Suhu merupakan faktor yang sangat penting dalam kehidupan organisme termasuk tiram. Nybakken (1988), mengatakan bahwa sebagian besar biota laut bersifat poikilometrik (suhu tubuh dipengaruhi lingkungan) sehingga suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Perubahan suhu dapat mempengaruhi kehidupan organisme akuatik baik secara langsung maupun tidak langsung, tetapi perubahan suhu tersebut masih dapat diatasi oleh biota akuatik dimana suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh (Widiastuti, 1998). Menurut Harnah dan Nababan (2009), kehidupan bivalvia sangat dipengaruhi oleh musim,

intensitas penyinaran matahari yang masuk dalam perairan terutama pada lapisan permukaan. Menurut Michael (1994), suhu merupakan faktor lingkungan yang utama pada perairan karena merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan dan penyebaran hewan, termasuk dari jenis bivalvia.

#### 4.7.2 Parameter Kimia

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

. Berdasarkan hasil pengukuran pH yang dilakukan di Pantai Pasuruan pada pukul 08:00 WIB, diperoleh hasil pH berkisar antara 8,21 – 8,72, sedangkan pengukuran suhu di Pantai Situbondo yang dilakukan pada pukul 13.00 WIB, diperoleh hasil berkisar antara 8 – 8,51 °C. Nilai tersebut cenderung basa, namun masih sesuai dengan kisaran pH air laut yang tergolong baik untuk mendukung kehidupan bivalvia. Menurut Suwondo *et al.* (2012), menyatakan bahwa kisaran pH yang mendukung kehidupan bivalvia berkisar antara 6-9, oleh karena itu pada daerah penelitian tiram mampu hidup dengan baik. Kondisi perairan yang basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan mengakibatkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus, 2002).

Derajat keasaman (pH) sangat penting sebagai parameter kualitas air dikarenakan untuk mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi didalam air. Nilai pH diperairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat. Pada pH alami laut, logam berat terurai dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi, mempengaruhi toksisitas pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan (Sarjono, 2009). Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga. Hal ini dapat menimbulkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO<sup>2</sup> yang dapat membahayakan kehidupan biota laut. pH air laut permukaan di Indonesia umumnya bervariasi dari lokasi ke

lokasi antara 6.0 – 8,5. Perubahan pH dapat mempunyai akibat buruk terhadap kehidupan biota laut, baik secara langsung maupun tidak langsung (Odum, 1993)

**b. Oksigen Terlarut (DO)**

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang dilakukan di Pantai Pasuruan pada pukul 08:00 WIB, diperoleh hasil pH berkisar antara 3,81 – 6,38 mg/l, sedangkan pengukuran suhu di Pantai Situbondo yang dilakukan pada pukul 13.00 WIB, diperoleh hasil berkisar antara 2,98 – 5,85 mg/l. Nilai terendah diperoleh dari stasiun 2 Pantai Situbondo yakni di Pantai Blitok. Hal tersebut terjadi karena pada saat pengukuran air laut sedang dalam kondisi surut terendah dan tidak ada gelombang sehingga oksigen yang berada di udara tidak terdifusi secara maksimal. Menurut Salmin (2005) mengatakan bahwa sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Selain itu, menurut Effendi (2003), dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut di perairan hingga mencapai nol (anaerob).

Secara keseluruhan, nilai DO yang diperoleh tergolong kurang baik.. Berdasarkan pernyataan Edward (2008) ,menyatakan bahwa kandungan oksigen terlarut yang baik untuk biota laut sebesar > 5,0 mg/l. Oksigen adalah salah satu unsur kimia yang sangat penting sebagai penunjang utama kehidupan berbagai organisme. Oksigen sendiri dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk proses respirasi dan menguraikan zat organik menjadi zat anorganik oleh mikroorganisme. Oksigen terlarut berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan (Nybakken, 1988). Dengan demikian oksigen terlarut berperan sangat penting karena digunakan untuk proses

metabolisme dan respirasi oleh organisme akuatik. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar bagi organisme akuatik termasuk bentos, karena digunakan untuk respirasi (Asriyanti, 2012).

Menurut Musthofa, *et al.* (2014), berkurangnya oksigen di suatu perairan di sebabkan adanya tingginya bahan organik yang masuk ke dalam perairan. Banyaknya bahan organik di dalam perairan mengakibatkan menurunnya kadar oksigen terlarut di dalam perairan dan jika keadaan ini berlangsung lama menyebabkan perairan menjadi anaerob Menurut Ali *et al.* (2013), pada umumnya perairan yang sudah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah, hal ini dikarenakan makin banyak bahan buangan organik di dalam air makin sedikit sisa kandungan oksigen yang terlarut di dalam air.

### c. Salinitas

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang dilakukan di Pantai Pasuruan pada pukul 08:00 WIB, diperoleh hasil pH berkisar antara 33 – 37 mg/l, sedangkan pengukuran suhu di Pantai Situbondo yang dilakukan pada pukul 13.00 WIB, diperoleh hasil berkisar antara 11 – 31 mg/l. Nilai terendah diperoleh dari stasiun 3 Pantai Situbondo yakni di Pelabuhan Besuki. Rendahnya nilai salinitas pada stasiun 3 disebabkan karena lokasi yang berada di muara sungai, sehingga air laut mendapatkan lebih banyak masukkan air tawar. Menurut Effendi (2003), bahwa kisaran salinitas diatas termasuk dalam kisaran air payau dimana salinitas perairan tawar biasanya berkisar 0,5 mg/l, perairan payau berkisar 0,5 – 30 mg/l dan perairan laut 30 – 40 mg/l. Kisaran salinitas untuk bivalvia yang baik berkisar antara 5 - 35 mg/l (Sahabuddin *et al.*, 2014). Menurut KEPMENLH No.51 Tahun 2004, baku mutu salinitas laut adalah 27 – 33 mg/l.

Salinitas merupakan salah satu parameter lingkungan yang mempengaruhi proses biology dan secara langsung akan mempengaruhi kehidupan organisme antara lain laju pertumbuhan, jumlah makanan yang dikonsumsi, nilai konversi makanan dan kelangsungan hidup. Salinitas perairan dapat mempengaruhi tingkat akumulasi logam berat dalam perairan. Besar kecilnya nilai akumulasi disebabkan oleh salinitas, semakin besar salinitas dalam perairan akumulasi logam berat akan semakin kecil. Bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar (Wardani *et al.*, 2014).

#### **d. Amonia**

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai ammonia di Pantai Pasuruan berkisar antara 0,23 – 0,46 mg/l. Sedangkan di Pantai Situbondo diperoleh nilai ammonia berkisar antara 0,43 – 0,61 mg/l. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan baku mutu pada Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, maksimal nilai ammonia adalah sebesar 0,02 mg/l, sedangkan menurut Effendi (2003), di perairan alami, pada suhu dan tekanan yang normal ammonia berada dalam bentuk gas dan akan membentuk keseimbangan dengan ion ammonium. Amonia bebas tidak dapat terionisasi (amoniak), sedangkan ammonium dapat terionisasi. Presentase amoniak meningkat seiring dengan meningkatnya pH dan suhu perairan pada pH 7 atau kurang sebagian besar akan mengalami ionisasi.

Menurut Boyd (1993) peningkatan ammonia dalam perairan akan menurunkan ekskresi amonia oleh hewan akuatik. Akibatnya, tingkat ammonia dalam darah dan jaringan lain akan mengalami peningkatan. Hal ini akan mengakibatkan perubahan pH darah akan mempengaruhi reaksi enzimatik serta stabilitas membrane pada hewan. Di perairan alami, pada suhu dan tekanan yang normal ammonia berada dalam bentuk gas, ammonia membentuk

kompleks dengan beberapa ion logam. Ammonia yang terukur di perairan berupa ammonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Ammonia bebas tidak dapat terionisasi (amoniak), sedangkan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Presentase amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan pada pH 7 atau kurang, sebagian besar ammonia akan mengalami ionisasi. Sebaliknya, pada pH lebih besar dari 7, ammonia tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak dan toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Effendi, 2003).

#### e. Fenol

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai ammonia di Pantai Pasuruan berkisar antara 0,23 – 0,46 mg/l. Sedangkan di Pantai Situbondo diperoleh nilai ammonia berkisar antara 0,43 – 0,61 mg/l. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa perairan tersebut tercemar oleh fenol. Menurut KEPMENLH (2004), batas maksimum fenol di dalam perairan yakni sebesar 2 mg/l. Sedangkan menurut Dewilda *et al.* (2012), fenol merupakan jenis polutan berbahaya yang berasal dari limbah industri dan rumah tangga. Konsentrasi fenol di dalam perairan yang dapat di toleransi yakni < 1,79 mg/l.

Sumber pencemar di laut berasal dari tumpahan minyak mentah, tumpahan bahan bakar kapal maupun pembuangan limbah industri minyak bumi. Kehadiran senyawa fenol dilaut dapat membahayakan kehidupan biota laut karena fenol bersifat toksik. Senyawa fenol dapat didegradasi oleh mikroorganisme pengurai fenol, namun jumlah dan kemampuan mikroorganisme pengurai fenol sangat terbatas karena sifat toksiknya (Tyas *et al.*, 2015).

**f. Logam Berat Pb**

Berdasarkan hasil pengukuran logam berat Pb di Pantai Pasuruan diperoleh nilai tertinggi berada pada stasiun 3 dengan nilai sebesar 0.031 mg/l yakni pada lokasi Pelabuhan Perikanan Lekok. Sedangkan di Pantai Situbondo kadar logam berat Pb tertinggi berada pada stasiun 3 dengan nilai sebesar 0.046 mg/l pada lokasi Pelabuhan Besuki. Hal tersebut dikarenakan banyaknya masukan limbah padat maupun cair yang langsung dibuang ke laut dan juga buangan sisa bahan bakar kapal. Dari pengukuran hasil logam berat Pb di 2 lokasi dapat disimpulkan bahwa logam berat tertinggi terdapat di Pelabuhan Besuki Situbondo sebesar 0.046 mg/l. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar Pb masih dibawah ambang batas baku mutu, sehingga dapat dikatakan perairan tersebut tercemar, hal ini sesuai dengan Laws (1993), bahwa di perairan alami konsentrasi Pb dalam air laut berkisar antara 0.01 – 0.035 mg/l.

Menurut Darmono (1995), logam berat timbal (Pb) berbahaya karena bersifat biomagnifikasi, yaitu dapat terakumulasi dan tinggal dalam jaringan tubuh organisme dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. Fardiaz (1992) menambahkan bahwa daya racun dari logam berat ini disebabkan terjadi penghambatan proses kerja enzim oleh ion – ion  $Pb^{2+}$ . Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin darah. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, bahwa logam berat Pb untuk bidang perikanan maksimal 0.03 ppm.

**g. Logam berat Cd**

Berdasarkan hasil pengukuran logam berat Cd di Pantai Pasuruan diperoleh nilai tertinggi pada stasiun 2 dengan nilai sebesar 0.036 ppm yakni di lokasi Tempat Pelelangan Ikan (TPI). Sedangkan di Pantai Situbondo kadar logam berat Cd tertinggi didapat pada stasiun 3 sebesar 0.021 yakni di lokasi

Pelabuhan Besuki. Tingginya kadar Cd disebabkan oleh limbah pengecatan kapal para nelayan yang digunakan untuk perawatan kapal. Selain itu, pencemaran logam berat Cd disebabkan oleh banyaknya sampah dan limbah hasil industri maupun rumah tangga. Berdasarkan pengukuran di 2 lokasi tersebut dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan tersebut tercemar. Menurut KEPMENLH (2004), standart logam berat Cd pada air adalah sebesar 0.001 mg/l, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa lokasi tersebut sudah tercemar.

Menurut Amoroso *et a.*, (2013) menyatakan bahwa logam berat Cd memiliki toksik yang tinggi dan sering ditemukan pada pigmen plastik. Organisme yang sangat rentan terhadap kontaminasi Cd adalah organisme perairan yang menetap (sesil) karena sifat logam berat cenderung mengendap dibagian bawah perairan. Sumber sumber logam berat Cd berasal dari sumber yang bersifat alami dari lapisan kulit bumi seperti masukan dari pantai yang berasal dari sungai – sungai dan abrasi pantai akibat aktifitas gelombang, masukan dari laut dalam yang berasal dari aktifitas geologi gunung berapi laut dalam, dan masukan dari udara yang berasal dari atmosfer sebagai partikel – partikel debu. Logam berat Cd juga berasal dari aktifitas manusia, seperti limbah rumah tangga, aktifitas transportasi laut dan aktifitas perbaikan kapal laut (Nordic, 2003). Rompas (2010) menambahkan bahwa Cd dari berbagai aktifitas pada lingkungan perairan secara cepat diserap oleh organisme perairan dalam bentuk ion-ion bebas ( $Cd^{2+}$ ) dan berasosiasi dengan ion klorida ( $Cl^-$ ) pada pH 7.

#### **h. Logam berat Hg**

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat dari pengukuran logam berat Hg di Pantai Pasuruan tertinggi berada pada stasiun 3 dengan nilai sebesar 0.0025 mg/l yakni pada lokasi Pelabuhan Perikanan Lekok. Sedangkan di Pantai Situbondo kadar logam berat Pb tertinggi berada pada stasiun 3 dengan nilai

sebesar 0.025 mg/l pada lokasi Pelabuhan Besuki. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar Hg pada ketika lokasi tersebut sudah tercemar. Kadar maksimum merkuri (Hg) untuk kegiatan perikanan yang diperbolehkan adalah kurang dari 0.002 mg/l (Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001). Hal ini menunjukkan bahwa kadar Hg di 3 lokasi tersebut sudah tercemar.

Merkuri dalam perairan dapat berasal dari buangan limbah industry kelistrikan dan elektronik, baterai, pabrik bahan peledak, fotografi, pelapisan cermin, pelengkap pengukur, industri bahan pengawet, pestisida, industri kimia, petrokimia, limbah kegiatan laboratorium dan pembangkit tenaga listrik yang menggunakan bahan baku bakar fosil (Suryadiputra, 1995). Merkuri yang masuk ke dalam perairan dapat masuk dan terakumulasi pada ikan-ikan, kerang, tiram dan makhluk air lainnya, termasuk ganggang dan tumbuhan air. Mekanisme masuknya merkuri ke dalam tubuh hewan air adalah melalui penyerapan pada permukaan kulit, melalui insang dan rantai makanan, sedangkan pengeluaran dari tubuh organisme perairan bisa melalui permukaan tubuh atau insang atau melalui isi perut dan urine (Fardiaz, 1992).

Logam berat Hg berbahaya karena bersifat biomagnifikasi sehingga dapat terakumulasi dengan jaringan tubuh organisme melalui rantai makanan. Organisme yang berada pada rantai yang paling tinggi memiliki kadar merkuri yang lebih tinggi dibanding organisme bawahnya. Logam berat dalam jumlah berlebihan dapat bersifat racun. Hal ini disebabkan karena terbentuknya senyawa merkptida antara logam berat dengan gugus -SH yang terdapat dalam enzim. Akibatnya aktifitas enzim tidak berlangsung (Hutagulung, 1989).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengukuran *Total Haemocyte Count* (THC) di Pantai Pasuruan dengan kisaran rata-rata  $47,00 \times 10^4 - 74,00 \times 10^4$  sel/ml, sedangkan untuk Pantai Situbondo diperoleh kisaran rata-rata  $66,00 \times 10^4 - 72,50 \times 10^4$  sel/ml. Hasil Pengukuran DHC (*Differential Haemocyte Count*) sel granulosit pada tiram *Crassostrea cucullata* didapatkan hasil perhitungan di Pantai Pasuruan berkisar antara 22.34% - 44.49 %, sedangkan di Pantai Situbondo berkisar antara 43.69% - 50.20 %. Sel semi granulosit di Pantai Pasuruan sebesar 21.64% - 35.32%, sedangkan di Pantai Situbondo berkisar antara 20.35% - 30.47%. Sel Hyalinosit di Pantai Pasuruan berkisar antara 33.88% - 42.34%, sedangkan di Pantai Situbondo berkisar 25.54% - 32,51 %. Hasil pengukuran THC dan DHC serta kualitas air, kedua lokasi tersebut dapat disimpulkan dalam kondisi tercemar.
2. Berdasarkan hasil analisis hemosit yang terdiri dari pengukuran THC dan DHC pada kedua lokasi penelitian tersebut didapatkan hasil tidak berbeda nyata.
3. Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air Hasil yang melebihi batas standart baku mutu terdapat pada kualitas air fenol, logam berat Hg, dan Cd. Sedangkan pada parameter lain menunjukkan kondisi yang normal.

### 5.2 Saran

Hasil penelitian yang dilakukan, dilihat dari profil hemosit tiram *Crassostrea cucullata* pada Pantai Pasuruan Dan Pantai Situbondo bahwa pada perairan tersebut dalam kondisii tercemar, oleh karena itu perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian lebih lanjut terhadap pencemaran di kedua lokasi tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [EPA] Enviromental Protection Agency. 1986. Quality Criteria for Water. Washington Dc.
- \_\_\_\_. 2005. Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat. Badan Standar Nasional Indonesia.
- Adriyani, R., dan T. Mahmudiono. 2009. Kadar Logam Berat Cadmium, Protein Dan Organopleptik Pada Daging Bivalvia Dan Perendaman Larutan Asam Cuka. J. penelit.Med Eksakta. 8 (2). Hlm: 152-161.
- Aladaileh, S., Mohammas G., Mohammad, Belinda F., Sham V. N. dan David A. R. 2008. In vitro effects of noradrenaline on Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) hemocytes. *Comparative Biochemistry and Physiology*.151 (1) 691–697.
- Ali, A., Soemarno., Dan M. Purnomo. 2013. Kajian Kualitas Air Dan Status Mutu Air Sungai Metro Di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari*. 13(2).Hlm. 265-274.
- Alifuddin, M. 2002. Imunostimulasi pada Hewan Akuatik. *Jurnal Akuakultur Indonsia*. 1 (2) : 87 – 92.
- Aliza, D., Winaruddin dan L. W. Sipahutar. 2013. Efek Peningkatan Suhu Air terhadap Perubahan Perilaku, Patologi Anatomi dan Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. 7(2): 142-145.
- Allam, B., K. A. Ashton, A., dan S. E. Ford. 2002. Flow Cytometric comparison of haemocyt from three species of bivalve molluscs. *Fish and shellfish Immunology*. 13 : 141-158.
- Almeida, J. A., Barreto, R. E., Novelli, L. B., Castro, F. J., and Moron, S. E., 2009. Oxidative Stress Biomarkers and Aggressive Behavior in Fish Exposed to Aquatic Cadmium Contamination. *Neotropical Ichthyology*. 7: pp 103-108.
- Aminah, S., D. Yona dan R. Dyah K. 2016. Sebaran Konsentrasi Logam Berat Cu (Tembaga) Dan Cd (Kadmium) Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pelabuhan Pasuruan, Jawa Timur. *Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI. Fakultas Periaknan dan Ilmu Kelutan Universitas Brawijaya*. 415 – 421.
- Amoroso. M. J., C. S. Benimelii., and S. A. Cuozzo. 2013. *Actinobacteria Application in Bioremediation and Production of Industrial Enxymes*. CRC Press. France.

- Angel. C. L. 1986. The Biology and Culture of Tropical Oysters. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila. Phillipines.
- Anrosana, I. Adha dan A. A. Gemaputri. 2017. Kajian Daya Dukung (Carrying Capacity) Lingkungan Perairan Pantai Pasir Putih Situbondo bagi Pengembangan Usaha Karamba Jaring Apung. Jurnal Ilmiah INOVASI. 17(2): 73 – 79.
- Arfiati, D. 2003. Biologi Tiram. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang. Tidak Diterbitkan.
- Arikunto, S. 2006. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Ed Revisi VI. Penerbit PT Rineka Cipta: Jakarta.
- Asriyanti, D. 2012. Kepadatan Tiram (*Crassostrea cucullata* Born 1778) pada Habitat Mangrove Di Perairan Pantai Mayangan, Jawa Barat. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azwar. 1997. Reliabilitas dan Validitas. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Bangun, J.M. 2005. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen dan Organ Tubuh Ikan Sokang (*Triacanthus nieuhofi*) di Perairan Ancol, Teluk Jakarta. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Baratawidjaja, K.G. 2006. Imunologi Dasar. 7th ed. Balai Penerbit FKUI. Jakarta.
- Barus, T., A. 2002. Pengantar Limnologi. FMIPA USU: Medan.
- Beatrice, G., S. Patrick., F.Nicole., K. Nolwen., L.Moine., Oliver., dan R.Tristan. 2007. Analysis of Hemocyte Parameters in Pasific Oysters *Crassostrea gigas*, Reared in the Field Comparison of Hatchery Diloids and Diploids from Natural Beds. Aquaculture. CCLXIV (1 4) :449-456.
- Bhargavan, B. 2008. Haematological Responses of Green Mussel *Perna viridis* (Linnaeus) to Heavy Metal Copper and Mercury. Thesis. Corchin University of Science and Technology. India.
- Bloom, J.H.1998. Analisa Mutu Air Secara Kimiawi dan Fisika. Sebuah laporan tentang Pelatihan dan Praktek pada Fakultas Perikanan. NUFFIC UNIBRAW: Malang.
- Boszke, L., G. Glosinska, dan J. Siepak. 2003. Some Aspects Of Sepeciation Of Mercury In A Water Environment. Polish Journal Of Environmental Studies. 11(4). Hlm: 285-298.
- Boyd, C.E. (1990), Water Quality in Ponds for Aquaculture,. Birmingham Publishing Co, Birmingham Alabama.

- Carballal, M. J., Carmen L., Carlos A., Antonio V. 1997. Enzymes Involved in Defense Functions of Haemocytes of Mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 70: 96-105.
- Chang, Su-Jung, Su-Min Tseng, dan Hsin-Yiu Chou. 2005. Morphological Characterization via Light and Electron Microscopy of The Haemocytes of two Cultured Bivalves : A comparison Study between the Hard Clam (*Meretrix lusoria*) and Pasific oyster (*Crassostrea gigas*). *Zoological studies* 44 (1) : 144-153.
- Cheng. 1981. A Rapid Method to Quantify Total Haemocyte Count of *Penaeus monodon* Using ATP Analysis. *Fish Pathology*. 4(34) : 211-212.
- Choi, H. J., J. Y. Hwang., D. L. Choi., M.D. Huh., Y. B. Hur., N. S. Lee., J. S. Seo., M. G. Kwon., H. S. Choi., and M. A. Park. 2011. Non-specific Defensive Factors of the Pasific Oyster *Crassostrea gigas* against Infection with *Marteilioides chuingmuensis*: A Flow-Cytometric Study. *Korean J. Parasitol* XLIX (3): 229-234.
- Cole, G. A. 1988. *Textbook of Limnologi*. Third Edition. Waverland Press Inc, New York ISA.
- Couch, J. A and J. W. Fournie. 2000. *Pathobiology of Marine and Estuarine Organisms*. CRC Press, Inc.
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta.
- Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jawa Timur. 2018. Indeks Kualitas Lingkungan. <http://dlh.jatimprov.go.id/berita-kualitas-air.html>. Diakses pada tanggal 21 Mei 2018 pukul 08.00 WIB.
- Delaporte m, Soudant P, Moal J, Lambert C, Quere C, Miner P. 2003. Effect of amono-specific algal diet on immune function in two bivalve species *Crassostrea gigas* and *Ruditapes philippinarum*. *Journal ExperimentalBiology*. 206 (1) : 64-3053.
- Dewilda., Y. R. Afrianita dan F. F. Iman. 2012. Degradasi Senyawa Fenol Oleh Mikroorganisme Laut. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 9(1): 59 – 73.
- Edward. 2008. Pengamatan Kadar Merkuri di Perairan Teluk KAO (Halmahera) dan Perairan Anggai (Pulau Obi) Maluku Utara.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendy, M. 2009. *Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu: Solusi Pemanfaatan Ruang, Pemanfaatan Sumberdaya Dan Pemanfaatan Kapasitas Asimilasi Wilayah Pesisir Yang Optimal Dan Berkelanjutan*. *Jurnal Kelautan*. 2(1): 81 – 86.

- Ekawati, A. W., H. Nursyam., E. Widjayanto., dan Marsoedi. 2012. Diatoma Chaetoceros ceratosporum dalam Formula Pakan Meningkatkan Respon Imun Seluler Udang Windu (*Panaeus monodon* Fab.). *J. Exp. Life Sci.* 1(1).
- Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. *Crassostrea iredalei*. <http://www.fao.org/fishery/species/2673/en>. Diakses pada tanggal 17 Mei 2018 Pukul 10.00 WIB.
- Ford dan Wegener G. 1993. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction. Walter de Gruyter. Berlin.
- Fries, C. R and M. R. Tripp. 1980. Depression of Phagocytosis in Merceneria Following Chemical Stress. *Dev. Comp. Immunol.* 4 : 233 – 244.
- Fujaya, Yushinta dan A. Nur. 2012. Pengaruh Kualitas Air, Siklus Bulan, dan Pasang Surut terhadap Molting dan Produksi Kepiting Cangkang Lunak (Soft Shell Crab) di Tambak Komersil. Pertemuan Ilmiah Tahunan ikatan sarjana Oseanologi Indonesia. NTB.
- Gagnaire, B., H. Frouin., K. Moreau., H. Thomas. G., and T. Renault. 2006. Effect of temperature and salinity on haemocyte activities of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *XX(4)* : 536-547.
- Galloway, T.S. and Michael H. Depledge. 2001. Immunotoxicity in Invertebrates : Measurement and Ecotoxicological Relevance. *Journal Ecotoxicology.* 10 : 5-23.
- Galtsoff, P. S. 1964. The American Oyster (*Crassostrea virginica*). Fishery Bulletin of The Fish and Wildlife Service.
- Gosling, E. 2004. Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books, a division of Blackwell Publishing.
- Harnah, M.S., dan Nababan, B. 2009. Studi Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Anakan Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Pada Kedalaman Berbeda di Teluk Kapontori, Pulau Bulon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* Vol. 1(2) : 22-32.
- Hegare, H. G. H. Wikfors, and P. Soudant. 2003. Flow Cytometric analysis of haemocytes from eastern oysters, *Crassostrea virginica*, subjected to a sudden temperature elevation: II. Haemocyte functions: aggregation, viability, phagocytosis, respiratory burst. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* CCXCIII(2) : 249-265.
- Hutabarat & Evans. 1986. Kunci Identifikasi Plankton. Jakarta: UI.
- Hutagalung, H. P. dan H. Razak. 1989. Pengamatan Pendahuluan Kadar Pb Dan Cd Dalam Air Dan Biota Di Estuaria Muara Angke. *Oseanologi di Indonesia.* 15: 1 – 10.



- Idris, I. B. 2006. Pengaruh Faktor-Faktor Persekitaran Terhadap Pertumbuhan dan Kemandirian Tiram Komersial, *Crasostrea iredalei* (Fustino) di Kawasan Penternakan Tiram di kg. telaga nenas, perak. *TESIS*. Universitas Sains Malaysia.
- Irianto, A. D., Sipatuhar dan A. Sudrajat. 1994. Observasi Tiram *Crassostrea spp.* Tanjung Pinang dan Perairan Bintan, Kepulauan Riau. *Warta Balitdita*. 6 (1): 19 – 21.
- Jiravanichpaisal, P., Lee, B.L., Soderhall, K., 2006. Cell-mediated immunity in arthropods: Hemotopoiesis, coagulation, melanization and opsonization. *Immunobiology*. 211, 213-236.
- Johansson, M. W., K. Keyser., K. Sritunyalucksana and K. Soederhall. 2000. Crustacean hemosits and hematopolesis. *Aquaculture*,191(1): 45-52
- Jonathan, F. S. M., Phillippe, S., C. Lambert, Nelly, L. G., Madeleine, G. M. A. Travers, C. Paillard, dan F. Jean. 2009. Variability of the hemocyte parameters of *Ruditapes philippinarum* in the field during an annual cycle. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 337(1): 1-11.
- Kastawi, Yusuf, Indriwati, Sri E., Ibrohim, Masjihudi, Rahayu dan Sofia E. 2005. *Zoologi Avertebrata*. Malang. Penerbit Universitas Negeri Malang.
- KEPMENLH. 2004. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Komala, P. S., B. Primasari, dan F. Rivai. 2008. Pengaruh Sistem Open Dumping Di Lokasi Pembuangan Akhir (LPA) Terhadap Kandungan Logam Berat Pada Air Tanah Dangkal Di Sekitarnya (Studi Kasus LPA Air Dingin, Padang). 1(29). Hlm: 1-8.
- Komala, R. 2012. Analisis Ekobiologi Sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Kerang Darah (*Anadara granosa*) Di Teluk Lada Perairan Selat Sunda. Disertasi. IPB: Bogor.
- Kordi, M. G dan Andi, B. T. 2007. Pengelolaan Kualitas Perairan dalam Budidaya Perairan. Reka Cipta. Jakarta.
- Kordi, M. G. 2009. Budidaya Perairan. PT Citra Aditya Sakti. Bandung.
- ristianingrum, S. 2009. Kajian Teknik Analisa Merkuri Yang Sederhana Selektif, Prekonsentrasi Dan Penentuannya Secara Spektrofotometri. Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan Dan Penerapan. Mipa. Hlm: 345 – 350.
- Kurniawan, H. 2012. Analisis Respon Imun Selular Hemolymph Kijing Taiwan (*Anadonta woodiana* Lea) Terhadap Pestisida Karbaril Pada Uji Toksisitas (LD50- 48h) dengan Dosis yang Berbeda Secara Invivo. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang

- Kusworo, A. B., A. B. Susanto., Khoironi., N. Maharani., D. Ariana dan A. Saefudin. 2004. Pengelolaan Kualitas Air Pada PENDEDERAN Bandeng. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional.
- Lasut, M. T. 2009. Proses Bioakumulasi dan Biotransfer Merkuri (Hg) pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol. *Jurnal Matematika dan Sain*. 14 (3): 89-95.
- Laws EA. 1993. Aquatic pollution: An introductory text. Canada: John Riler and Lestari dan Edward. 2004. Dampak Pencemaran Logam Berat Terhadap Kualitas Air Laut dan Sumberdaya Perikanan (Studi Kasus Kematian Massal Ikanikan di Teluk Jakarta). *Makara*. 8 (2): 52 - 58.
- Le Moullac, S., M. Francese, V. J. Smith and E. A. Ferrero. 2001. Heavy metals effect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegants*. *Journal Fish and Shellfish Immunology*. 11 (1): 621-629.
- Male, Y. T., A. Ch. Nanlohy dan Asriningsih. 2014. Analisis pendahuluan kadar merkuri (Hg) pada beberapa jenis kerang. *Ind J. Chem.Res*. Hlm: 136-142.
- Maniagasi, R. S. S. Tumembouw dan Y. Mundeng. 2013. Analisis Kualitas Fisika Kimia Air Di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. *Budidaya Perairan*. 1(2): 29-37.
- Mann, R., J.M. Harding, M. Southworth. 2009. Reconstructing precolonial oyster demographics in the Chesapeake Bay, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 85:217–222.
- Manoppo, H., dan M. E. F. Kolopita. 2014. Respon Imun Krustase. *Budidaya Perairan*. II(2): 22-26.
- Marzuki, 1983. Metodologi Penelitian. Gramedia: Jakarta.
- Michael, P. 1994. Metoda Ekologi Untuk Penelitian Ladang Laboratorium. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Munasir, Z. 2001. Respon Imun Terhadap Infeksi Bakteri. *Sari Pediarti*. 2(4): 193-197.
- Mushthofa, A., M, R. Muskananfola., S.Rudiyanti. 2014. Analisis Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3(1): 81-88.
- Musthapia, I. 2001. Studi Biologi Kerang Hijau (*Perna viridis L.*) Hubungan Panjang Berat serta Tingkat Kematangan Gonad. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Nehring, S. 2011. NOBANIS – invasive alien species fact sheet – *Crassostrea gigas*. – From: Online database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), 5/2007.
- Nontji, A. 2002. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- Nuria, E. 2005. Mewaspadaai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) di Lingkungan terhadap Kesehatan. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. 17 (4): 66-72.
- Nybakken, j. W. 1988. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Jakarta: Gramedia.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Edisi ketiga. Yogyakarta. Gajah Mada Universitypress.
- Palar H. 2004. Pencemaran & toksikologi logam berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Peer, F. E. Safaheah, A. D. Sohrab dan S. P. Tochanii. 2010. Heavy Metal Concentration in Rock Oyster *Saccostrea Cuculata* from Iranian Coast of The Oman Sea. *Trakia Journal of Science*. 8 (1): 79 – 96.
- Pemerintah Kabupaten Pasuruan. 2018. Gambaran Umum Kabupaten Pasuruan. <https://www.pasuruankab.go.id/pages-1-gambaran-umum.html>. Diakses pada tanggal 20 November 2018 Pukul 08.10 WIB.
- Pemerintah Kabupaten Situbondo. 2018. Selayang Pandang Kabupaten Situbondo. <https://situbondokab.go.id/selayang-pandang/>. Diakses pada tanggal 20 November 2018 Pukul 08.10 WIB.
- PP. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Rahman, A. 2011. Distribusi Oksigen Terlarut Pada Lapisan Hipolimnion Pasca Aerasi Di Danau Lido, Bogor, Jawa Barat. Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- RaLonde, Y. 2012. Pacific Oyster Anatomy A Dissection Guide. Alaska Sea Grant Marine Advisory Program.
- Ramanathan, R. 1998. Introductory Econometrics with Application. Fort Worth: The Dryden Press.
- Ratnawati, E., R. Ermawati dan S. Naimah. 2010. Teknologi Biosorpsi Oleh Mikroorganisme, Solusi Alternatif Untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 32(1): 34 – 40.
- Ridhowati, S. 2013. Mengenal Pencemaran Ragam Logam. Graha Ilmu. 62 hlm: Yogyakarta.
- Rompas, R. M. 2010. Toksikologi Kelautan. PT Walaw Bengkulen. Jakarta Timur.

- Rudiyanti, S. 2009. Biokonsentrasi Kerang Darah (*Anadara granosa* Linn ) terhadap Logam Berat Cadmium (Cd) yang Terkandung dalam Media Pemeliharaan yang Berasal dari Perairan Kaliwungu, Kendal. FPIK. Universitas Diponegoro.
- Sahabuddin., A.Sahrijanna dan Machluddin. 2014. Serapan Tiram *Crassostrea iredalei* terhadap populasi *Nannochloropsis* sp. Dengan Kepadatan Awal Berbeda. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.hlm :185-190.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (Bod) sebagai salah satu Indikator untuk Mentukan Kualitas perairan. *Oseana*. 30(3) :21-26.
- Saraswati, E. 2014. Status Kesehatan Udang *Litopenaeus Vannamei* Yang Diinjeksi Ekstrak *Chaetoceros Ceratosporum*. Seminar Nasional Tahunan XI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Madura. Jakarta Utara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sastrawijaya, A. T. 1991. Pencemaran Lingkungan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sealifebase. 2018. *Crassostrea iredalei*. <http://sealifebase.org/summary/Crassostrea-iredalei.html>. Diakses pada tanggal 17 Mei 2018 Pukul 09.10 WIB.
- Setyono. 2006. Karakteristik Biologi dan Produk Kekerancan Laut. *Oseana*. 31(1):187-196.
- SNI. 2004. Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida). Badan Standar Nasional Indonesia.
- Sparks, A.K., J.L. Boswell, J.G. Mackin. 1958. Studies on the comparative utilization of oxygen by living and dead oyster.Proceedings of the National Shellfisheries Association, 48: 92-102.
- Subarijanti. 1990. Pemupukan dan Kesuburan Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya: Malang.
- Sudarmadji, J. Mukono, dan Corie, I.P. 2006. Toksisitas Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 2(2). Hlm : 129-142.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat yang menggunakan Mikroorganisme. Suatu Kajian Kepustakaan. Disampaikan pada Seminar *On-Air* Bioteknologi Untuk Indonesia Abad 21, 1-14 Februari 2001.

- Sukandar., C. S. U. Dewi, C. J. Harsindhi, M. Handayani, A. W. Maulana, Supriyadi dan A. Bahroni. 2016. Profil Desa Pesisir Provinsi Jawa Timur Volume 2 (Selatan Jawa Timur). Bidang Kelautan, Pesisir, dan Pengawasan Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur.
- Sukimin, S. 2007. Penggunaan Index Of Biotic Integrity (IBI) untuk Menilai Kualitas Perairan. *J. Tek. Ling.* 8 (1) : 84 – 90.
- Sumarno, D., dan A. Rudi. 2013. Kadar Salinitas Di Beberapa Sungai yang Bermuara Di Teluk Cempi, Kabupaten Dompu-Provinsi Nusa Tenggara Barat. *BLT.* 11(2). Hlm: 75-81.
- Supriyadi, D. S. 2002. Kondisi Perairan Muara Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia Di Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suryadiputra, I.N. 1995. Pengolahan Air Limbah dengan Metode Biologi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Suryadiputra, I.N.N. 1995. Pengantar Kuliah Pengolahan Air Limbah : Pengolahan Air Limbah dengan Metode Kimia (Koagulasi dan Flokulasi). Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Sutrisno, E. 2014. Implementasi Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Berbasis Pengelolaan Wilayah Pesisir Secara Terpadu Untuk Kesejahteraan Nelayan (Studi di Pedesaan Nelayan Cangkol Kelurahan Lemahwungkuk Kecamatan Lemahwungkuk Kota Cirebon). *Jurnal Dinamika Hukum.* 14(1): 1 – 12.
- Suwignyo, S., Bambang W, dan Yusli W. 1998. Avertebrata Air untuk Mahasiswa Perikanan Jilid II. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suwondo, Elya F., dan Nurida S. 2012. Kepadatan dan Distribusi Bivalvia Pada Mangrove di Pantai Cermin Kabupaten Sendang BedagaiS Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Biogenesis.* 9 (1): 45-50.
- Syazili, A. 2011. Biologi Tiram. <http://www.bumi-ilmu.htm.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 17 Mei 2018 pada pukul 19.15 WIB.
- Tarigan. Z, Edward, dan Abdul R. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Ni dalam Air Laut dan Sedimen di Muara Sungai Membramo, Papua dalam Kaitannya dengan kepentingan Budidaya Perikanan. *Jurnal Sains.* Vol.7 No.3.
- Travers, Marie Agnes, Patricia Mirella Da Silva, Nelly Le Goic, Anne Donval. Sya Huchette, Marcel Koken, Christine Palillard. 2008. Morphologic, Cytometric and Functional Characterization of Abalone (*Haliotis tuberculata*) Haemocytes. *Fish and Shellfish Immunology* 24: 400-411.

- Tyas, A. A., Z. Aini., W. S. Wari., R. N. Huda dan A. Mulyasuryani. 2015. Penentuan Kadar Fenol Dalam Air Menggunakan Sensor Fenol. *Jurnal Penelitian Saintek*. 20(1): 53 – 60.
- Tyas, A. Ayuning., Z. Aini., W. S. Wari., R. N. Huda, dan A. Mulyasuryani. 2015. Penentuan Kadar Fenol Dalam Air Menggunakan Sensor Fenol. *Jurnal Penelitian Saintek*. 20(1): 53 – 60.
- Verawati. 2016. Analisis Kualitas Air Laut di Teluk Lampung. Tesis. Universitas Lampung.
- Waluya, B. 2007. Sosiologi Menyelami Fenomena Sosial di Masyarakat. PT.Setia Purna Ives. Bandung.
- Werner, I., S.L. Clark., D.E. Hinton. 2003. Biomarkers aid understanding of aquatic organism response to environmental stressors. *California Agriculture* 57 (4):1-7.
- Widayati, D. E., Aunurohim dan Nurlita. 2011. Studi Histopatologi Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Pada Kosentrasi Sublethal Air Lumpur Sidoarjo. ITS. Surabaya.
- Widiastuti, E. 1998. Distribusi dan Populasi Tiram (*Crassostrea cucullata*) di Tegakan Mangrove. Laporan Kegiatan. Lembaga Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wijarni, 1990. Avertebrata Air II. Diktat Kuliah. LUW/ UNIBRAW/ FISH. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- World Register of Marine Species. 2018. *Crassostrea iredalei*. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=819169>. Diakses pada tanggal 17 Mei 2018 Pukul 09.10 WIB.
- Wulandari E., E.Y. Herawati dan D. Arfiati. 2012. Kandungan Logam Berat Pb pada Air laut dan Tiram *Saccostrea glomerata* sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1):10-14.
- Wulandari, E. 2010. Analisis Kandungan Logam Berat Timbel (Pb) dan Karakteristik Haemocyte Tiram (*Saccostrea iredalei*) dari Perairan Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi Trenggalek, Jawa Timur. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya: Malang.
- Yulaipi, S., dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2 (2): 2337-3520.
- Zulfikar, dan N. Budiantara. 2014. Manajemen Riset dengan Pendekatan Komputasi Statistika. Deepublish: Yogyakarta.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Alat yang digunakan untuk penelitian

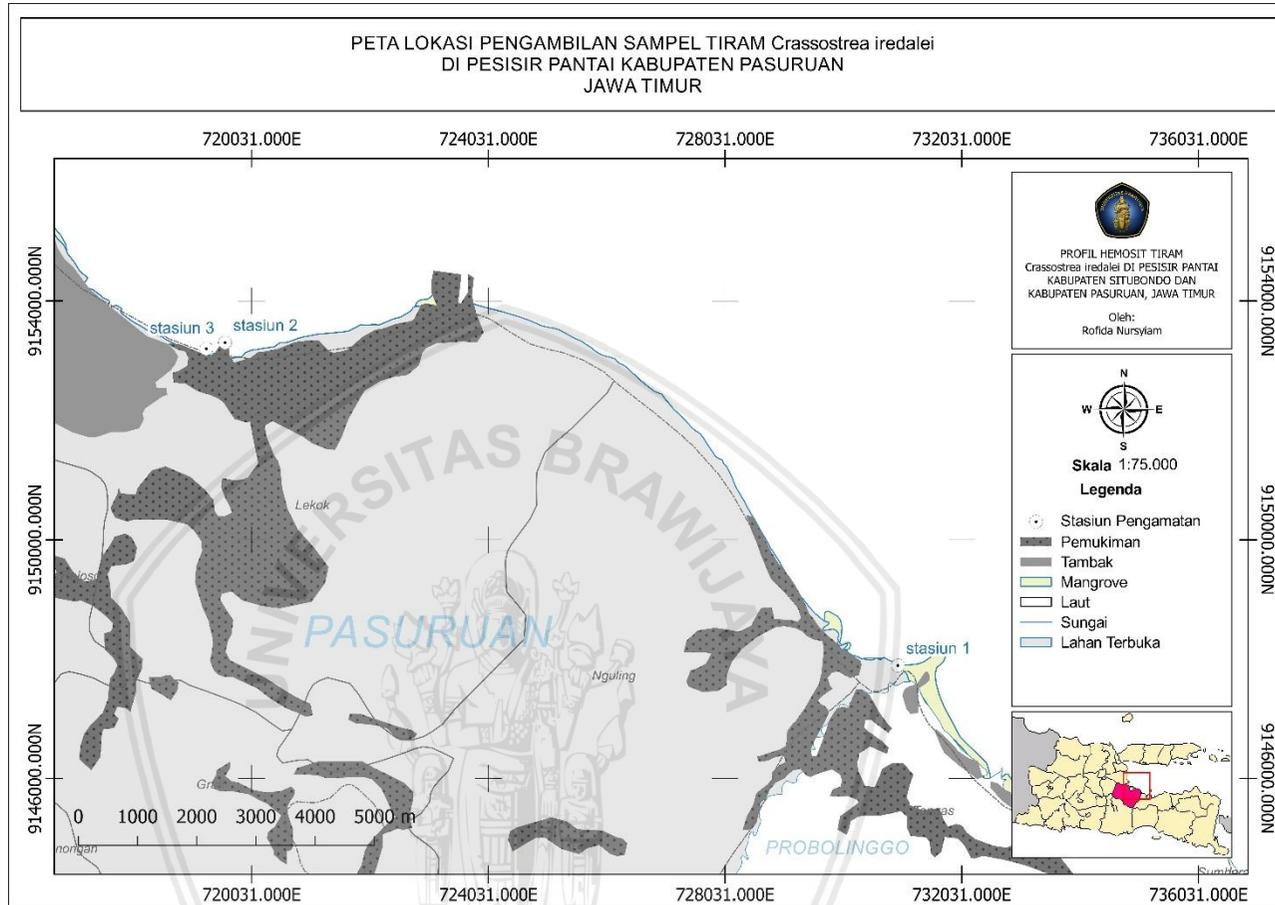
NO	NAMA ALAT	FUNGSI
1	Thermometer Hg	Untuk mengukur suhu pada perairan
2	Botol winkler	wadah air sampel pada pengukuran DO dan BOD
3	Pipet tetes	untuk memindahkn larutan dalam skala kecil
4	Salinometer	untuk mengukur salinitas
5	Mikroskop	untuk mengamati total hemosit pada tiram
6	Sput 1cc	untuk mengambil hemolim pada tiram
7	Appendof	wadah hemolim
8	pH paper	untuk mengukur pH pada perairan
9	Buret	untuk mengukur volume suatu larutan, digunakan titrasi
10	Spektrofotometer	untuk menghitung panjang gelombang
11	Washing bottle	wadah aquades
12	GPS	untuk mengetahui letak geografis pengambilan sampel
13	Hemocytometer	untuk menghitung hemosit tiram

**Lampiran 2.** Bahan yang digunakan untuk penelitian

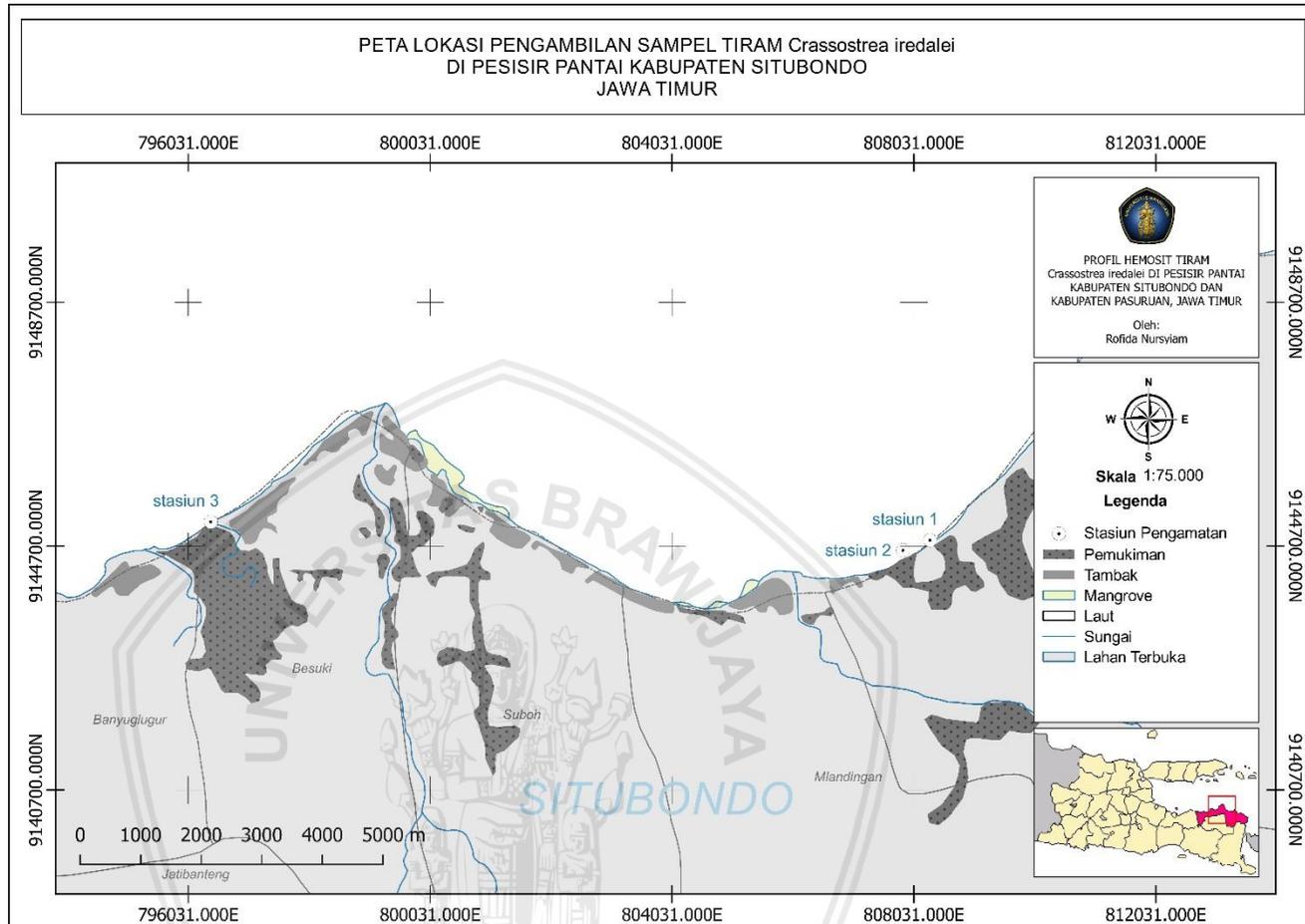
No	Nama Bahan	Fungsi
1	Air sampel	Unuk bahan yang akan diuji
2	MnSO <sub>4</sub>	Untuk mengikat oksigen
3	NaOH + KI	Untuk mengikat oksigen dan membentuk endpan coklat
4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Untuk menguraikan oksigen dan melarutkan endapan coklat
5	Amylum	Untuk indikator dalam uji kelarutan oksigen
6	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sebagai larutan titran
7	Nessler	Untuk mengukur ammonia
8	Aquades	Untuk kalibrasi
9	Hemolim <i>Crassostrea cucullata</i>	Untuk bahan yang akan dihitung total hemositnya
10	Na Sitrat	Untuk mengikat Ca
11	Trypan blue	Untuk pewarnaan
12	Alumunium foil	Untuk membungkus botol DO

### Lampiran 3. Peta Lokasi Penelitian

#### A. Peta Lokasi Pasuruan



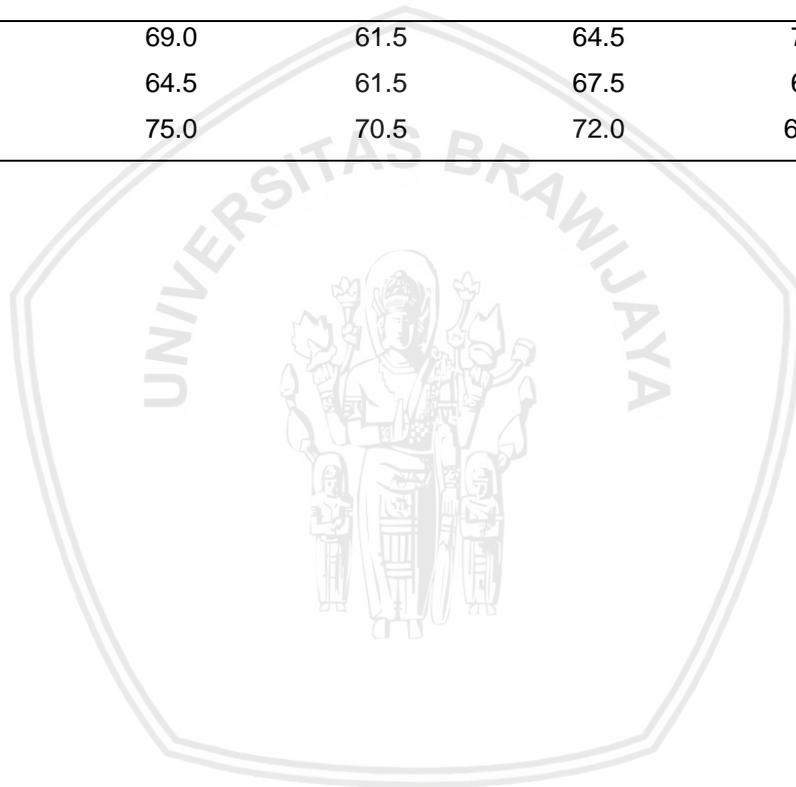
B. Peta Lokasi Situbondo



**Lampiran 4.** Data hasil Total *Haemocyte Count* (THC)

Data THC (*Total Haemocyte Count*) di Pantai Pasuruan Dan Pantai Situbondo (sel/ml) x 10<sup>4</sup>

Stasiun	THC			Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
<b>Pasuruan</b>				
1	42.0	46.50	57.0	64.65
2	81.0	73.5	66.0	64.45
3	76.5	72.0	66.0	67.35
<b>Situbondo</b>				
1	69.0	61.5	64.5	73.5
2	64.5	61.5	67.5	66.4
3	75.0	70.5	72.0	64.95



Lampiran 5. Data hasil *Differential Haemocyte Count* (DHC)

Pantai Pasuruan	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
<b>Stasiun 1</b>			
Granulosit	59%	48,8%	53,9%
Semi granulosit	25,6%	29,3%	27,4%
Hyalin	15,4%	17,9%	16,7%
<b>Stasiun 2</b>			
Granulosit	54,1%	57,5%	55,8%
Semi granulosit	24,3%	25%	24,7%
Hyalin	14,7%	17,5%	16,1%
<b>Stasiun 3</b>			
Granulosit	51,4%	48,8%	52,6%
Semi granulosit	31,6%	26,8%	29,2%
Hyalin	15,8%	18,4%	17,1%
Pantai Situbondo	Ulangan 1	Ulangan 2	Rata-rata
<b>Stasiun 1</b>			
Granulosit	50%	52,3%	51,7%
Semi granulosit	32,7%	28,9%	30,8%
Hyalin	17,3%	21,3%	19,3%
<b>Stasiun 2</b>			
Granulosit	61%	28,9%	30,8%
Semi granulosit	24,4%	27%	25,7%
Hyalin	14,6%	23,1%	18,9%
<b>Stasiun 3</b>			
Granulosit	57,1%	59,5%	58,3%
Semi granulosit	26,2%	24,3%	25,3%
Hyalin	16,7%	20,5%	18,6%

Lampiran 6. Analisa Data

Pengujian THC

Between-Subjects Factors

		N
Lokasi	P	3
	S	3

Descriptive Statistics

	N	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
THC	6	65.8333	3.79400	9.29337
Valid N (listwise)	6			

Statistics

THC

N	Valid	6
	Missing	0
Mean		65.8333
Std. Deviation		9.29337
Minimum		48.50
Maximum		73.50

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: THC

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.667 <sup>a</sup>	1	10.667	.101	.766
Intercept	26004.167	1	26004.167	246.973	.000
Lokasi	10.667	1	10.667	.101	.766
Error	421.167	4	105.292		
Total	26436.000	6			
Corrected Total	431.833	5			

a. R Squared = .025 (Adjusted R Squared = -.219)

## Pengujian DHC - Granulosit

### Between-Subjects Factors

		N
Lokasi	P	3
	S	3

### Descriptive Statistics

	N	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Granulosit	6	41.6283	4.19779	10.28243
Valid N (listwise)	6			

### Statistics

#### Granulosit

N	Valid	6
	Missing	0
Mean		41.6283
Std. Deviation		1.02824E1
Minimum		21.77
Maximum		51.38

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Granulosit

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	170.134 <sup>a</sup>	1	170.134	1.898	.240
Intercept	10397.509	1	10397.509	116.008	.000
Lokasi	170.134	1	170.134	1.898	.240
Error	358.509	4	89.627		
Total	10926.151	6			
Corrected Total	528.642	5			

a. R Squared = .322 (Adjusted R Squared = .152)

## Pengujian DHC – Semi Granulosit

### Between-Subjects Factors

		N
Lokasi	P	3
	S	3

### Descriptive Statistics

	N	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Semi Granulosit	6	25.4883	2.24812	5.50676
Valid N (listwise)	6			

### Statistics

#### Semi Granulosit

N	Valid	6
	Missing	0
Mean		25.4883
Std. Deviation		5.50676
Minimum		20.49
Maximum		33.95

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Semi Granulosit

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.244 <sup>a</sup>	1	.244	.006	.940
Intercept	3897.931	1	3897.931	102.999	.001
Lokasi	.244	1	.244	.006	.940
Error	151.378	4	37.844		
Total	4049.553	6			
Corrected Total	151.622	5			

a. R Squared = .002 (Adjusted R Squared = -.248)

## Pengujian DHC – Hyalinosit

### Between-Subjects Factors

		N
Lokasi	P	3
	S	3

### Descriptive Statistics

	N	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
Hyalin	6	32.3850	2.74225	6.71712
Valid N (listwise)	6			

### Statistics

Hyalin

N	Valid	6
	Missing	0
Mean		32.3850
Std. Deviation		6.71712
Minimum		25.47
Maximum		44.28

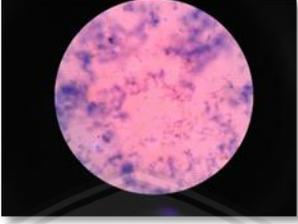
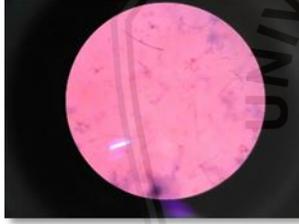
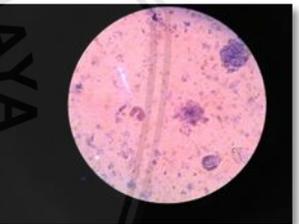
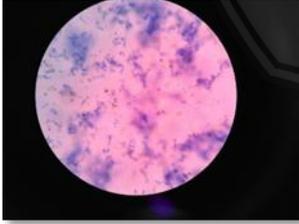
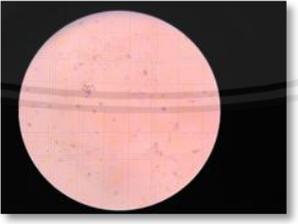
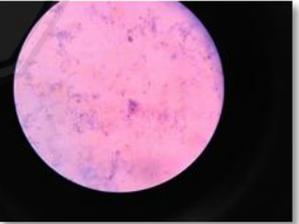
### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hyalin

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	127.974 <sup>a</sup>	1	127.974	5.244	.084
Intercept	6292.729	1	6292.729	257.834	.000
Lokasi	127.974	1	127.974	5.244	.084
Error	97.625	4	24.406		
Total	6518.328	6			
Corrected Total	225.599	5			

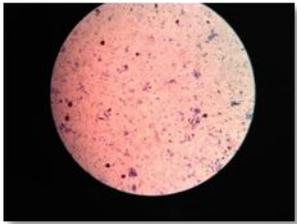
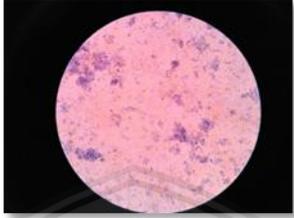
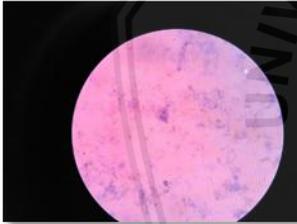
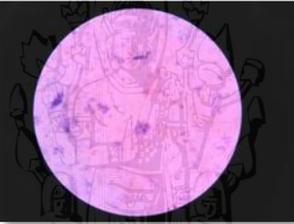
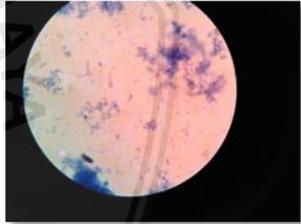
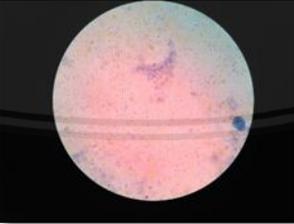
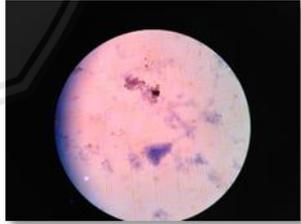
a. R Squared = .567 (Adjusted R Squared = .459)

Lampiran 7. Gambar Hasil Pengamatan

Gambar hasil pengamatan di Pantai Pasuruan		
Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
		
		
		

Pengamatan dilakukan di laboratorium penyakit dan parasit FPIK UB. Menggunakan mikroskop pembesaran 400x

Lampiran 8. Tambahan

Gambar hasil pengamatan di Pantai Situbondo		
Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
		
		
		

Pengamatan dilakukan di laboratorium penyakit dan parasit FPIK UB.  
Menggunakan mikroskop pembesaran 400x

Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan

Pengambilan Sampel dan Pembedahan Tiram



Pembuatan preparat Tiram dan Pengambilan hemolim Tiram



Pengamatan Tiram

