

**PENGARUH KETINGGIAN AIR YANG BERBEDA TERHADAP
KADAR HEMOSIT THC (*Total Haemocyte Count*) DAN DHC (*Differential
Haemocyte Count*) PADA TIRAM (*Crassostrea iredalei*)
DALAM BAK-BAK PERCOBAAN**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh:

**MAR'ATUL AZIZA
NIM.115080113111003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

**PENGARUH KETINGGIAN AIR YANG BERBEDA TERHADAP
KADAR HEMOSIT THC (*Total Haemocyte Count*) DAN DHC (*Differential
Haemocyte Count*) PADA TIRAM (*Crassostrea iredalei*)
DALAM BAK-BAK PERCOBAAN**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

Oleh:

**MAR'ATUL AZIZA
NIM.115080113111003**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015**

SKRIPSI

PENGARUH KETINGGIAN AIR YANG BERBEDA TERHADAP
KADAR HEMOSIT THC (*Total Haemocyte Count*) DAN DHC (*Differential
Haemocyte Count*) PADA TIRAM (*Crassostrea iredalei*)
DALAM BAK-BAK PERCOBAAN

Oleh:

MAR'ATUL AZIZA
NIM.115080113111003

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 7 Juli 2015
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji

Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc
NIP. 19790331 200501 1 003

Tanggal:

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal:

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si
NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Arning Wilueng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal:

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 7 Juli 2015

Mahasiswa,

Mar'atul Aziza



RINGKASAN

Mar'atul Aziza. Pengaruh Ketinggian Air yang Berbeda Terhadap Kadar Hemosit THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) pada Tiram (*Crassostrea iredalei*) dalam Bak-bak Percobaan (dibawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS dan Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si)

Tiram merupakan hewan benthik yang *sessile*, yang selalu terkena perubahan pasang surut. Hemosit merupakan kebutuhan utama dalam sistem pertahanan tubuh tiram dan salah satu jenis tiram yang ada di Indonesia adalah tiram (*Crassostrea iredalei*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ketinggian air yang berbeda terhadap kadar hemosit tiram (*C. iredalei*) meliputi THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015 dengan sampel tiram diambil dari Perairan Desa Campurejo, Panceng, Gresik. Tiram di laboratorium direndam dengan ketinggian air yang berbeda yaitu 0 cm, 35 cm dan 70 cm selama 12 jam. Sebagai kontrol digunakan tiram tanpa perlakuan perendaman yang langsung diamati kadar hemositnya. Tiram perlakuan kemudian diamati kadar hemositnya. Disamping itu juga dilakukan pengukuran kualitas air pada air media perendaman meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut dan bahan organik total. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rata-rata THC tiram sebelum direndam di laboratorium $38,2 \times 10^4$ sel/ml, sedangkan tiram perlakuan ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm berturut-turut adalah $10,4 \times 10^4$ sel/ml, $13,4 \times 10^4$ sel/ml dan $17,6 \times 10^4$ sel/ml. THC tiram perlakuan lebih rendah dibandingkan tiram tanpa perlakuan perendaman karena media yang digunakan pada tiram perlakuan adalah air laut steril. Pengamatan DHC yaitu sel hyalinosit dan sel granulosit tiram sebelum direndam di laboratorium diperoleh 52% dan 48%, sedangkan tiram perlakuan ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm diperoleh sel hyalinosit 72%, 65% dan 61%, dan sel granulosit 28%, 35% dan 39%. Sel hyalinosit tertinggi diperoleh pada ketinggian air 0 cm karena tidak adanya tekanan dari media air laut, sedangkan sel granulosit tertinggi diperoleh pada ketinggian air 70 cm karena tekanan air lebih tinggi dibandingkan pada 35 cm dan 0 cm. Hasil penelitian ini menunjukkan ketinggian air tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar hemosit tiram, namun THC mengalami peningkatan dengan bertambahnya ketinggian air karena semakin tinggi air maka semakin tinggi pula tekanan yang diterima oleh tubuh tiram. Nilai DHC yaitu sel hyalinosit mengalami penurunan dan sel granulosit mengalami peningkatan. Sel granulosit merupakan salah satu parameter peningkatan ketahanan tubuh tiram. Persentase sel hyalinosit lebih tinggi dibandingkan sel granulosit menunjukkan tiram lebih banyak melakukan pengenalan terhadap benda asing yang ada di perairan Desa Campurejo. Analisis kualitas air masih dalam batas toleransi kehidupan tiram yaitu suhu diperoleh $25^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$, pH 8 – 8,5, salinitas 34 ppt – 36 ppt, oksigen terlarut 5,4 mg/l – 7,84 mg/l dan bahan organik total 18,33 mg/l – 48,03 mg/l. Tekanan pada tiram lebih tinggi saat air pasang menyebabkan pertahanan tiram meningkat, menunjukkan terjadi peningkatan dalam kemampuan memfagositosis benda asing sehingga perlu dilakukan perendaman pada tiram yang diduga berasal dari perairan tercemar dengan air yang tidak tercemar sebelum dikonsumsi untuk mengurangi kadar benda asing dalam tubuh tiram.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyajikan laporan skripsi yang berjudul “Pengaruh Ketinggian Air yang Berbeda Terhadap Kadar Hemosit THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) pada Tiram (*Crassostrea iredalei*) dalam Bak-Bak Percobaan”. Laporan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Perikanan program Strata Satu (S-1) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 7 Juli 2015

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Keluargaku yang The BEST, khususnya kedua orang tua (Emak Bapak), mbak atung, mas sinyo dan adek sapi atas semangat dan doa yang tak pernah berhenti mengalir.
2. Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku Dosen Pembimbing I dan Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku dosen pembimbing II yang berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang luar biasa kepada penulis.
3. Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng., D.Sc selaku Dosen Penguji yang memberikan kesempatan dalam memperbaiki laporan skripsi.
4. Oyster Team (Mb Nu, Parika, Aya, Cmemew, Ihin, dan Zeta) atas kerja sama, doa, dukungan dan kesetiaan sejak awal proposal, penelitian, penyusunan laporan hingga saat detik-detik terakhir dalam meraih gelar S.Pi.
5. Seluruh teman-teman MSP'11 terutama Jingklong, Mbok de, Gembrot dan Tepos serta penghuni kos Kertosentono 101 atas dukungan, doa dan semangat selama proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari dalam laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak.

Malang, 7 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

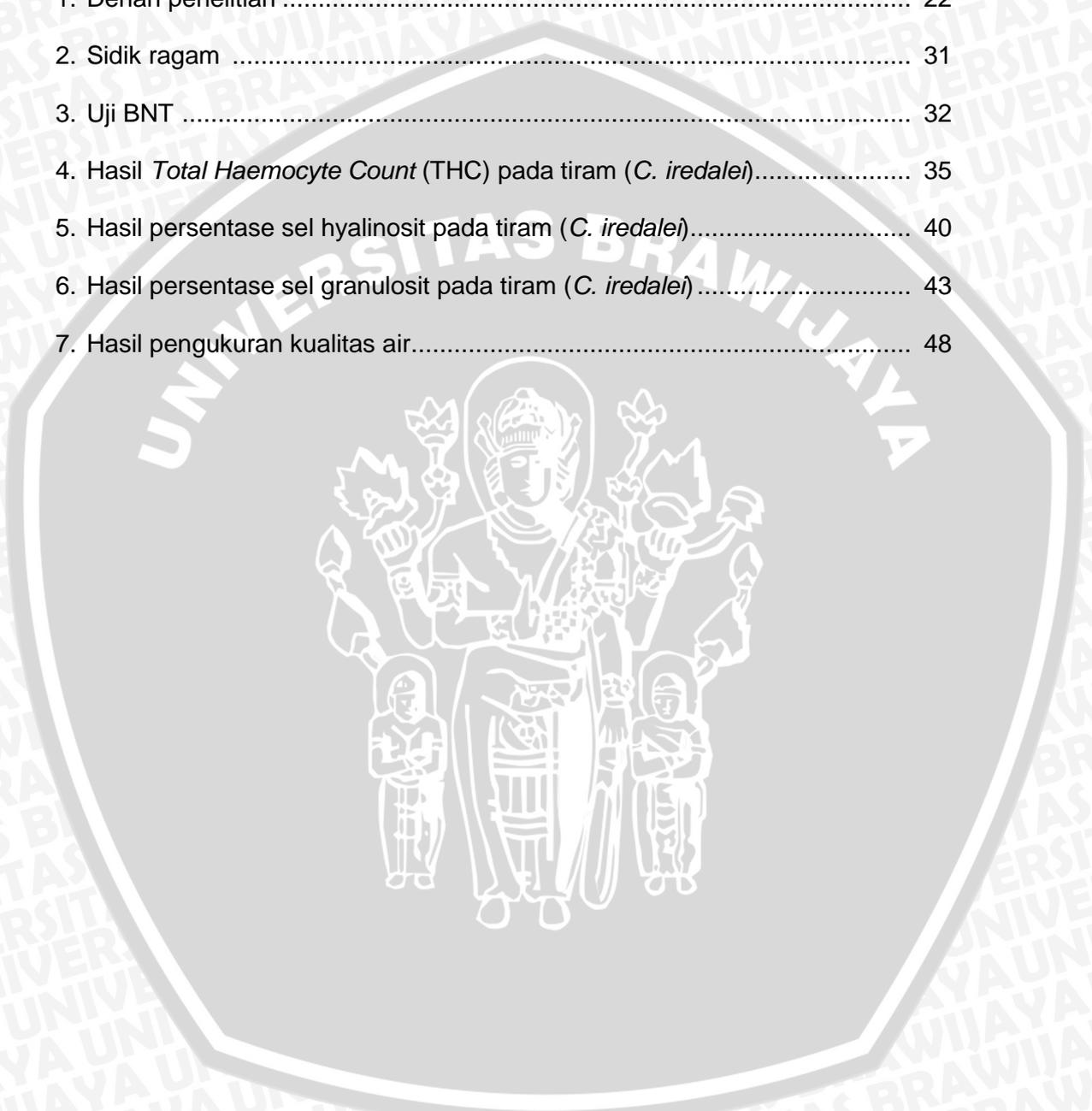
	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
RINGKASAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tiram (<i>Crassostrea iredalei</i>).....	6
2.1.1 Morfologi Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	6
2.1.2 Anatomi Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	7
2.1.3 Taksonomi Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	8
2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan.....	8
2.1.5 Habitat Tiram.....	10
2.2 Hemosit.....	10
2.3 Pengaruh Ketinggian Air Terhadap Tiram.....	13
2.4 Kualitas Air.....	14
2.4.1 Parameter Fisika.....	14
a. Suhu.....	14
2.4.2 Parameter Kimia.....	15
a. Derajat Keasaman (pH).....	15
b. Salinitas.....	15
c. Oksigen Terlarut.....	16
d. Bahan Organik Total.....	17



3. MATERI DAN METODE	19
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Alat dan Bahan	19
3.1.2 Lokasi Pengambilan Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	19
3.2 Penelitian Pendahuluan	19
3.3 Penelitian Utama.....	20
3.3.1 Hewan Uji	20
3.3.2 Media Percobaan.....	21
3.3.3 Rancangan Penelitian	21
3.3.4 Perlakuan.....	22
3.3.5 Variabel Penelitian	23
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.4.1 Pengumpulan Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	24
3.4.2 Preparasi Bak Pemeliharaan.....	24
3.4.3 Pemeliharaan Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	25
3.4.4 Pengambilan Sampel Darah Tiram (<i>C. iredalei</i>)	25
3.4.5 Pengamatan THC dan DHC	25
3.4.6 Prosedur Analisis Kualitas Air	28
a. Parameter Fisika.....	28
b. Parameter Kimia	28
3.5 Analisis Data	31
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	33
4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Tiram.....	34
4.3 Analisis <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) pada Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	35
4.4 Analisis <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC) pada Tiram (<i>C. iredalei</i>)	40
4.4.1 Analisis Sel Hyalinosit pada Tiram (<i>C. iredalei</i>).....	40
4.4.2 Analisis Sel Granulosit pada Tiram (<i>C. iredalei</i>)	43
4.5 Analisis Kualitas Air.....	48
4.5.1 Parameter Fisika.....	48
a. Suhu	48
4.5.2 Parameter Kimia	49
a. Derajat Keasaman (pH)	49
b. Salinitas	50
c. Oksigen Terlarut	51
d. Bahan Organik Total.....	51
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Denah penelitian	22
2. Sidik ragam	31
3. Uji BNT	32
4. Hasil <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) pada tiram (<i>C. iredalei</i>).....	35
5. Hasil persentase sel hyalinosit pada tiram (<i>C. iredalei</i>).....	40
6. Hasil persentase sel granulosit pada tiram (<i>C. iredalei</i>).....	43
7. Hasil pengukuran kualitas air.....	48



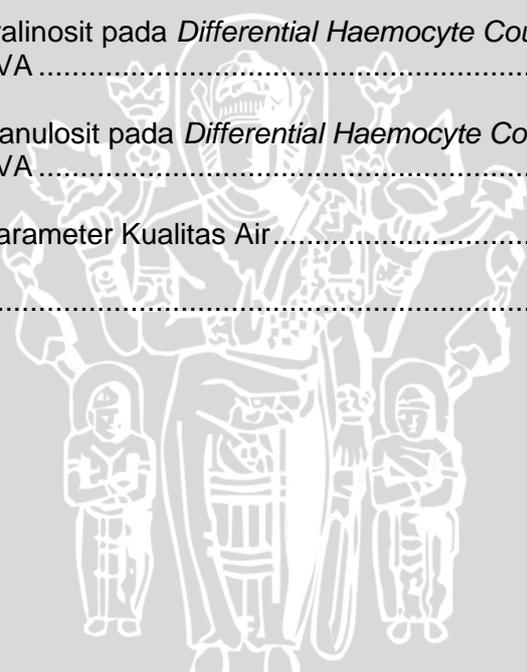
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan alir perumusan masalah	3
2. Morfologi luar <i>C. Iredalei</i>	7
3. Morfologi dalam <i>C.iredalei</i>	7
4. Anatomi tiram	8
5. Pengamatan DHC tiram (<i>C. rhizophorae</i>) yang diamati dengan mikroskop cahaya	12
6. Haemocytometer	26
7. Kamar hitung haemocytometer.....	26
8. Lokasi pengambilan tiram.....	35
9. Grafik rata-rata <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) pada tiram (<i>C. iredalei</i>).....	37
10. Pengamatan <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) pada tiram (<i>C. iredalei</i>)	39
11. Grafik rata-rata persentase sel hyalinosit pada tiram (<i>C. iredalei</i>)	41
12. Grafik rata-rata persentase sel granulosit pada tiram (<i>C. iredalei</i>).....	44
13. Sel hyalinosit.....	47
14. Sel granulosit	47
15. Pengamatan DHC pada <i>C. rhizophorae</i> di bawah mikroskop cahaya perbesaran 10 µm.....	47



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.....	61
2. Data pasang surut PPN Brondong 1 – 7 Januari 2015	63
3. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	64
4. Perhitungan <i>Total Haemocyte Count</i> (THC)	65
5. Analisis Data <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) menggunakan ANOVA	66
6. Perhitungan Sel Hyalinosit dan Sel Granulosit pada <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC).....	67
7. Analisis Data Sel Hyalinosit pada <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC) menggunakan ANOVA	68
8. Analisis Data Sel Granulosit pada <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC) menggunakan ANOVA	69
9. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air	70
10. Foto Penelitian	71



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasang surut merupakan salah satu faktor fisik yang berpengaruh terhadap organisme laut terutama yang ada di area intertidal dimana terjadi fluktuasi harian pada naik turunnya permukaan air. Menurut Musrifin (2011), pasang surut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik benda-benda astronomi terutama oleh bumi, bulan dan matahari. Pada suatu wilayah perairan, pasang surut ini dapat bersifat semi-diurnal, diurnal maupun campuran yang mengindikasikan jumlah pasang tertinggi dan surut dalam satu hari.

Masalah yang timbul dari adanya pasang surut bagi organisme intertidal umumnya muncul saat kondisi surut yakni sedikitnya air bahkan terjadi pengeringan pada bagian intertidal atas. Menurut Islami (2012), strategi suatu organisme ketika terjadi pengeringan umumnya ada dua macam yaitu: 1) *run and hide*; dan 2) *clam-up strategy*. Strategi pertama dapat diartikan sebagai upaya untuk menghindar, bersembunyi atau mencari tempat yang lebih basah ketika terjadi surut, untuk kemudian kembali lagi setelah perairan kembali normal misalnya dilakukan oleh kepiting, hermit crab, dan beberapa jenis keong. Strategi *clam-up* hampir sama dengan istilah *protective covering* atau menutup untuk perlindungan seperti pada moluska. Beberapa jenis kerang dapat menutup cangkangnya namun tetap dalam kondisi yang lembab.

Tiram merupakan kelompok moluska dari kelas bivalvia yang memiliki distribusi geografis yang luas (Christo *et al.*, 2010). Tiram dikenal sebagai hewan bentik yang *sessile*, menyebabkan tiram akan selalu terkena perubahan fisika-kimia lingkungan (Gagnaire *et al.*, 2006). Perubahan fisik seperti paparan pasang

surut akan mempengaruhi ketinggian air. Akibatnya, tekanan air juga akan mengalami perubahan.

Tiram adalah hewan yang sudah teradaptasi dengan lingkungan pasang surut. Dalam satu hari tiram akan mengalami fase tertekan (saat pasang) dan mengalami fase ringan (saat surut). Hal tersebut akan mempengaruhi mekanisme pertahanan tiram. Menurut Comesana *et al.*, (2012), mekanisme pertahanan bivalvia melibatkan sirkulasi sel darah, yang disebut hemosit. Hemosit merupakan salah satu jalur utama pertahanan terhadap partikel asing. Hemosit terlibat dalam fagositosis dan enkapsulasi benda asing. Secara konsisten, konsentrasi sel-sel dalam hemolim biasanya dinyatakan sebagai jumlah total hemosit (THC), sedangkan kelimpahan relatif dari setiap jenis hemolim disebut *differential haemocyte count* (DHC).

Keberadaan tiram banyak ditemukan di berbagai perairan antara lain di perairan Malaysia, Thailand, Filipina dan Indonesia (Bin Idris, 2006). Salah satu jenis tiram yang tesebar di Indonesia adalah tiram (*Crassostrea iredalei*) yang menjadi sumber ekonomi dalam aktivitas perikanan selain tiram (*C. belcheri*), (*Saccostrea cucullata*) dan (*Anadara granosa*).

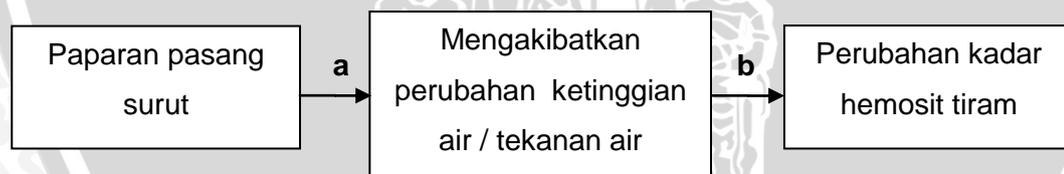
Perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik merupakan salah satu perairan yang memiliki beberapa jenis tiram antara lain tiram (*C. cucullata*), (*C. glomerata*) dan (*C. iredalei*). Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah saya lakukan diketahui bahwa perairan ini memiliki tipe pasang surut diurnal karena mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari. Perubahan pasang surut ini akan mempengaruhi ketinggian air pada habitat tiram yang hidup menempel pada bebatuan dan kayu di area intertidal. Perbedaan ketinggian air berarti juga perbedaan tekanan air dimana tekanan air akan bertambah seiring dengan bertambahnya ketinggian atau kedalaman air. Hal tersebut diduga akan mempengaruhi hemosit tiram yang

berperan dalam sistem pertahanan tubuh tiram. Kadar hemosit tiram dapat dilihat dari THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*). Penelitian terdahulu oleh Naf'an (2009) menggunakan *aerial exposure* atau paparan udara (0 cm) untuk mengetahui imunologi tiram (*Saccostrea cucullata*) dilihat dari THC, persentase granulosit, indeks dan persentase fagositosis serta superoksida generasi anion menunjukkan penurunan secara signifikan setelah 3 hari dan terus menurun sampai hari ke 6.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan uji pengaruh ketinggian air yang berarti perbedaan tekanan air terhadap kadar hemosit tiram (*C. iredalei*) untuk mengetahui perubahan kadar hemosit yang terjadi pada tiram (*C. iredalei*) akibat pengaruh ketinggian air yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Fenomena pasang surut dapat mengakibatkan perubahan ketinggian air yang berarti perbedaan tekanan air yang diduga akan mempengaruhi kadar hemosit tiram. Bagan alir perumusan masalah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir perumusan masalah

Keterangan:

- Paparan pasang surut yang terjadi di habitat alami tiram akan mengakibatkan perubahan ketinggian air / tekanan air.
- Perubahan ketinggian air yang berarti perbedaan tekanan air diduga akan mempengaruhi kadar hemosit tiram meliputi THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) tiram.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu dilakukan uji pengaruh ketinggian air terhadap kadar hemosit tiram untuk mengetahui perubahan pada hemosit tiram sebagai akibat perbedaan ketinggian air.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kadar hemosit tiram (*C. iredalei*) meliputi THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) pada tiram sebelum direndam dan sesudah direndam pada ketinggian air yang berbeda.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

H_0 : Pemberian ketinggian air yang berbeda diduga tidak memberikan pengaruh terhadap kadar hemosit tiram (*C. iredalei*).

H_1 : Pemberian ketinggian air yang berbeda diduga memberikan pengaruh terhadap kadar hemosit tiram (*C. iredalei*).

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah dapat memberikan informasi kelimuan terkait pengaruh ketinggian air terhadap kadar hemosit tiram (*C. iredalei*) sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam mengurangi kadar benda asing dalam tubuh tiram.

1.6 Tempat, Waktu/Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di lapang dan laboratorium. Pengambilan sampel tiram (*C. iredalei*) dilakukan di Perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pemberian perlakuan ketinggian air pada tiram dilakukan di Laboratorium Sumberdaya Ikan, FPIK-UB. Pengamatan kadar hemosit tiram dilakukan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan,

FPIK-UB. Sedangkan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, FPIK-UB. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2015.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tiram (*Crassostrea iredalei*)

2.1.1 Morfologi Tiram (*C. iredalei*)

Tiram merupakan salah satu komoditas sumberdaya hayati non ikan dari kelas bivalvia (Musthapha, 2001). Secara umum, bivalvia (kekerangan) merupakan kelompok hewan yang tidak bertulang belakang (invertebrata) dan bentuknya mudah untuk dikenali. Sebagian besar dicirikan dengan adanya cangkang yang melindungi tubuhnya dan hanya sebagian kecil jenis yang tidak bercangkang. Cangkang merupakan alat pelindung diri, terdiri atas lapisan karbonat (*crystalline calcium carbonate*), dipisahkan oleh lapisan tipis (lembaran) protein diantara cangkang dan bagian tubuh (otot dan daging) yang disebut mantel (Hughes, 1986 dalam Setyono, 2006). Bentuk cangkang tiram, khususnya pada genus *Crassostrea* dipengaruhi oleh tempat hidupnya. Tiram yang tinggal pada substrat yang lunak dan berlumpur cenderung berkelompok, ramping atau langsing dengan hiasan garis-garis yang jarang pada tubuh. Sedangkan tiram yang hidup pada perairan dengan arus agak kuat bentuknya lebih membulat (radial) (Galtsoff, 1964).

Tiram (*C. iredalei*) mempunyai bentuk yang tidak simetri pada kedua cangkangnya. Jarak diantara dorsal dengan ventral (tinggi) lebih besar daripada jarak di antara anterior dengan posterior (panjang) menyebabkan cangkangnya berbentuk leper. Cangkang atas mempunyai bentuk yang lebih kecil, rata, tipis dan bersisik pada bagian luarnya, sementara cangkang bawah mempunyai bentuk yang melengkung (cekung), tebal dan mempunyai permukaan yang licin pada bagian luarnya. Bagian dalam cangkang berwarna putih kekelabuan sedangkan otot aduktor di bagian posterior berwarna ungu kehitaman (Bin Idris, 2006). Cangkang bawah merupakan bagian yang menempel pada substrat dan

terdapat membran semacam kulit yang menempel pada cangkang tiram disebut mantel (Wulandari, 2010). Morfologi cangkang tiram (*C. iredalei*) menurut Bin Idris (2006) dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



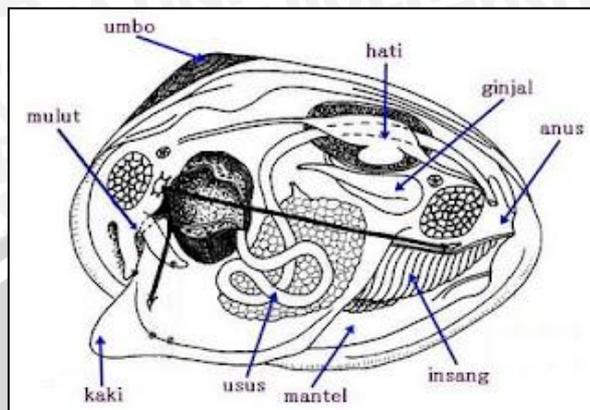
Gambar 2. Morfologi luar *C. Iredalei* **Gambar 3.** Morfologi dalam *C.iredalei*

2.1.2 Anatomi Tiram (*C. iredalei*)

Tiram pada umumnya memiliki ciri yaitu mempunyai 2 buah cangkang serta insang yang relatif besar sebagai alat untuk bernafas dan menyerap makanan (Galtsoff, 1964). Tiram bernafas dengan dua buah insang berbentuk lembaran-lembaran (lamela). Antara tubuh dan mantel terdapat rongga mantel yang merupakan jalan masuk dan keluarnya air. Secara umum sistem pencernaan bivalvia dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus dan bermuara pada anus (Innaningtyas, 2010).

Secara umum, tubuh tiram terdiri atas tiga bagian yaitu kaki, mantel dan kumpulan organ bagian dalam (Syazili, 2011). Bagian kaki merupakan otot yang mudah berkontraksi, dan bagian ini merupakan bagian utama alat gerak (Setyono, 2006). Mantel membungkus organ bagian dalam dan memisahkan dengan bagian cangkang. Cangkang tiram dibentuk oleh mantel dengan cara mengeluarkan sel-sel yang dapat membentuk struktur cangkang dengan corak warna yang berbeda-beda (Syazili, 2011). Setyono (2006) menambahkan, warna

dan bentuk cangkang sangat bervariasi, tergantung pada jenis, habitat dan makanannya. Anatomi tiram dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Anatomi tiram (Smith, 2012)

2.1.3 Taksonomi Tiram (*C. iredalei*)

Taksonomi atau klasifikasi tiram (*C. iredalei*) menurut Zipcodezoo (2014) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Order	: Pteriomorpha
Family	: Ostreidae
Genus	: <i>Crassostrea</i>
Spesies	: <i>Crassostrea iredalei</i>

2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan

Jenis-jenis kerang (bivalvia) cara makannya dengan sistem menyaring (*filter feeder*) (Setyono, 2006). Makanan tiram berasal dari semua bahan yang tersuspensi di dalam air sehingga sumber makanannya tidak hanya dari jenis fitoplankton, tapi juga dari bakteri, jamur, dan zat organik terlarut. Penyerapan

tiram terhadap makanannya terjadi setiap saat dan berlangsung sepanjang hari (Parenrengi *et al.*,1998).

Tiram dalam hidupnya menetap pada substrat sehingga untuk mendapatkan makanannya tiram menggunakan insang yang dilengkapi oleh silia, dimana alat ini berfungsi untuk menarik bahan terlarut dalam air bersamaan dengan masuknya air ke dalam mulutnya (Nontji, 2002). Partikel yang berukuran kecil akan lolos, sementara yang berukuran besar akan dikeluarkan kembali melalui sifon-inkuren dalam bentuk pseudofeces (Abdulgani, 2010). Makanan yang sudah sampai di mulut akan masuk ke oesophagus diteruskan ke lambung. Makanan akan dipecah-pecah dalam proses pencernaan kemudian yang tercerna didalam lambung akan diserap. Partikel makanan yang relatif besar dan belum tercerna di lambung akan dimasukkan ke *crystallin style sac* untuk dicerna lebih lanjut. Proses pencernaan didalam lambung dan *crystallin sac* selain dipecah-pecah juga dibantu oleh enzim yang ada di dalamnya. Sesudah itu makanan akan masuk ke usus, partikel makanan yang sudah tercerna akan didorong oleh silia untuk di masukkan ke dalam vakuola dari sel-sel digestif kemudian diaktifkan oleh enzim dan diedarkan ke sel-sel lain (Galtsoff, 1964).

Lamanya makanan didalam saluran pencernaan tergantung pada besarnya ukuran tiram. Tiram besar dengan ukuran 6 cm pada suhu air laut 15°C – 16°C diperlukan waktu 90 – 150 menit (Arfiati, 2003). Tiram pada umumnya memiliki pertumbuhan relatif lambat atau sekitar 4,5 mm – 31,5 mm pada tahun pertama (Nasution, 2009). Izwandy (2006) menambahkan, ukuran maksimum tiram sebesar 4 cm, tetapi dapat mencapai 6 cm – 8 cm.

2.1.5 Habitat Tiram

Tiram merupakan kelompok moluska dari kelas bivalvia, yang hidup di habitat laut atau air payau (Quayle dan Newkirk, 1989). Tiram mendominasi ekosistem lithorial (wilayah pasang surut) dan sublithorial yang dangkal, termasuk pantai berbatu di perairan terbuka maupun estuaria (Musthafia, 2001). Tiram (*C. iredalei*) hidup terutama di zona intertidal laut sampai kedalaman air 2 meter (Nasution, 2009). Tiram juga menempel pada akar mangrove (Asriyanti, 2012). Banyak dari avertebrata, termasuk jenis-jenis bivalvia akan menempelkan dirinya pada habitat yang dianggap cocok dan sebaliknya tidak akan menempel bila tidak cocok (Kastoro, 1988 *dalam* Cappenberg *et al.*, 2006).

Bivalvia lebih cenderung terdapat melimpah pada perairan pesisir pantai yang memiliki sedimen lumpur dan sedimen lunak, karena bivalvia merupakan kelompok hewan pemakan suspensi, penggali, dan pemakan deposit (Kharisma *et al.*, 2012). Menurut Romimohtarto dan Juwana (1999) *dalam* Cappenberg (2008), bivalvia mempunyai 3 cara hidup, yaitu; (1) membuat lubang pada substrat seperti cacing kapal *Teredo navalis* (Ship worm); (2) melekat pada substrat dengan semen seperti tiram (*Cassostrea* sp); (3) melekat pada substrat dengan benang bysus (*bissal threads*) seperti kerang kijau (*Perna viridis*).

2.2 Hemosit

Mekanisme pertahanan internal dari moluska mencakup faktor seluler dan humoral. Faktor seluler melibatkan sel hemosit seperti sel-sel fagosit hemosit dan enkapsulasi, sedangkan faktor humoral melibatkan hormon atau enzim seperti prophenoloksidase (proPO), phenoloksidase (PO), dan lektin. Kedua sistem ini bekerja sama memberikan perlindungan terhadap infeksi organisme patogen melalui tahap pengenalan terhadap patogen dan

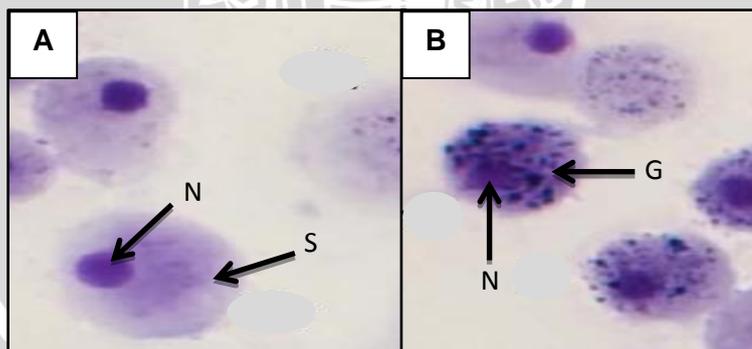
penghilangan patogen melalui fagositosis dan enkapsulasi (Itami, 1994; Ittoop *et al.*, 2005; Beatrice *et al.*, 2007).

Mekanisme aktivasi hemosit adalah dimulai dari pengenalannya terhadap material asing maupun adanya mikroorganisme yang diperantarai oleh hemosit dan protein plasma. Pengenalan terhadap material asing dilakukan oleh protein yang disebut sebagai protein pengenal. Protein pengenal selanjutnya akan mengenali benda asing atau mikroorganisme tersebut melalui ikatan dengan senyawa karbohidrat yang terdapat pada komponen dinding sel seperti lipopolisakarida (LPS) dan peptidoglikan (PG) dari dinding sel bakteri serta β -glukan dari dinding fungi. Beberapa protein pengenal adalah lektin yang bekerja sebagai agglutinin atau opsonin. Setelah protein pengenal (lektin) ini berikatan dengan komponen material asing maupun mikroorganisme, baru kemudian hemosit mulai teraktivasi. Aktivasi hemosit menghasilkan respon berupa penggumpalan (*clotting*), degranulasi serta aktivitas proPO. Selain itu, hemosit yang teraktivasi juga akan memberikan respon berupa pelepasan faktor kemotaksis yang selanjutnya akan menghasilkan inflamasi sebagaimana terjadi pada vertebrata pada umumnya. Akibat pengeluaran faktor kemotaksis ini menyebabkan sel-sel hemosit tertarik dan migrasi ke daerah invasi (Purbomatono dan Husin, 2014). Menurut Allam *et al.*, (2002), secara umum dua jenis utama hemosit telah tercatat dalam bivalvia yaitu (1) granulosit, yang mengandung butiran sitoplasma dari berbagai jumlah, ukuran dan kualitas pewarnaan, dan biasanya memiliki rasio nukleus dan sitoplasma yang rendah; dan (2) hyalinosit yang kurang memiliki butiran dan umumnya memiliki rasio nukleus dan sitoplasma yang tinggi.

Granulosit diklasifikasikan lebih lanjut ke semigranulosit dan granulosit (Moore dan Lowe, 1977 dalam Ittoop *et al.*, 2005). Granula pada sel granulosit hemosit terdiri dari propenoloksidase dan dalam aktivasi prophenoloksidase

(proPO) akan membebaskan suatu enzim dari sel granular (Ekawati *et al.*, 2012). Beberapa pengamatan menunjukkan bahwa granulosit adalah sel-sel efektor utama untuk pertahanan internal dalam moluska. Sebagian besar granulosit merupakan fagositosis, bermigrasi dalam menanggapi *chemo attractant*, dan menghasilkan beragam enzim dan zat antimikroba, termasuk peptida antibakteri (Allam *et al.*, 2002). Fagositosis adalah mekanisme pertahanan seluler yang paling penting dan granulosit adalah fagositosis yang lebih aktif jika dibandingkan dengan jenis sel lain (Anderson dan Anderson, 2000 dalam Ittoop *et al.*, 2005). Maryani *et al.*, (2002) menambahkan, meningkatnya ketahanan tubuh dapat diketahui dari meningkatnya aktifitas sel-sel fagosit dari hemosit.

Hyalinosit merupakan bagian dari hemosit agranular. Hyalinosit juga diartikan setiap sel dengan sedikit atau tanpa butiran (Allam *et al.*, 2002). Sel hyalinosit merupakan sel hemosit yang berperan pertama ketika terjadi serangan patogen (Ekawati *et al.*, 2012). Berdasarkan penelitian Rebelo *et al.*, (2013), karakter morfologi sel hemosit pada tiram (*Crassostrea rhizophorae*) yang diamati dengan mikroskop cahaya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengamatan DHC tiram (*C. rhizophorae*) yang diamati dengan mikroskop cahaya (Rebelo *et al.*, 2013)
A) Sel Hyalin; B) Sel Granulosit
N: Nukleus; S: Sitoplasma; G: Granula

2.3 Pengaruh Ketinggian Air terhadap Tiram

Ketinggian air pada zona intertidal dipengaruhi oleh pasang surut. Menurut Yuniarti (2012), pasang surut berhubungan dengan adanya genangan air yang menggenangi kehidupan bivalvia. Saat air pasang bivalvia terendam dalam air, namun hal sebaliknya terjadi saat air surut. Hal tersebut akan mempengaruhi tekanan dalam tubuh bivalvia.

Hubungan ketinggian atau kedalaman air berbanding lurus dengan tekanan yang diterima oleh tubuh organisme (Dharmastiti dan Harisa, 2010). Semakin bertambah ketinggian atau kedalaman air maka semakin bertambah pula tekanan dalam tubuh organisme. Menurut Ermawati *et al.*, (2014), tekanan hidrostatik adalah tekanan pada zat cair yang diam. Besarnya tekanan hidrostatik tergantung pada jenis dan ketinggian atau kedalaman zat cair. Semakin dalam dari permukaan zat cair maka semakin besar tekanannya. Tekanan hidrostatik jenis zat cair yaitu massa jenisnya dan tidak tergantung dengan bentuk wadahnya. Terkait dengan ketinggian air, penelitian Naf'an (2009) pada tiram (*Saccostrea cucullata*) menggunakan paparan udara atau *aerial exposure* (ketinggian air 0 cm) untuk mengetahui imunologi tiram melalui THC, persentase granulosit, persentase dan indeks fagositosis, serta superoksida generasi anion menunjukkan semua parameter imunologi tersebut menurun secara signifikan setelah 3 hari dan terus menurun secara signifikan sampai hari ke 6 (suhu kamar $25\pm 1,6^{\circ}\text{C}$). Penelitian sebelumnya oleh Matozzo *et al.*, (2005) menunjukkan bahwa paparan udara selama 24 dan 96 jam secara signifikan mengurangi THC pada *Chamelea gallina*, dan menariknya, setelah 2 hari *recovery*, jumlah hemosit mengalami peningkatan secara signifikan seperti pada hari ke 0.

Pengaruh tekanan terhadap tiram juga dipengaruhi oleh kondisi fisika kimia perairan. Mestre *et al.*, (2009) menyatakan kombinasi efek tekanan dengan faktor fisika-kimia lain akan mempengaruhi proses biologis, misalnya suhu, pH

dan salinitas, akan mengintensifkan atau mengurangi efek dari tekanan. Winter dan Dzwolak (2005) menunjukkan bahwa suhu rendah dan tekanan tinggi dapat bertindak bersama dalam membatasi distribusi batimetri (distribusi terkait kedalaman) organisme.

2.4 Kualitas Air

2.4.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Penyebaran biota dipengaruhi oleh suhu perairan (Cappenberg *et al.*, 2006). Suhu air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman air (Effendi, 2003).

Suhu berpengaruh langsung terhadap aktivitas bivalvia seperti pertumbuhan maupun metabolismenya, bahkan dapat menyebabkan kematian pada organisme (Kharisma *et al.*, 2012). Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dan dapat menekan kehidupan organisme bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (*drastis*) (Kordi, 2004). Suhu yang baik untuk kelangsungan hidup tiram berkisar 25 – 30°C dan suhu air pada kisaran 27 – 31°C juga dianggap cukup layak untuk kehidupan tiram (Asriyanti, 2012). Suhu air yang tinggi akan menghambat penyebaran dan pergerakan hemosit menuju benda asing dalam tubuh tiram. Selain itu, parasit virulensi dapat meningkat atau resistensi tiram dapat menurun pada suhu tinggi (Gagnaire *et al.*, 2006).



2.4.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

pH menyatakan intensitas kemasaman atau alkalinitas dari suatu perairan (Mahida, 1992), dan secara matematis dinyatakan sebagai $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, dimana H^+ adalah banyaknya ion hidrogen dalam mol per liter larutan (Barus, 2002). Kordi dan Tancung (2005) menyatakan bahwa pH air mempengaruhi kehidupan organisme. Perairan asam dapat membunuh organisme. Pada pH rendah (keasaman yang tinggi) kandungan oksigen terlarut akan berkurang, mengakibatkan konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernapasan naik dan selera makan berkurang. Hal yang sebaliknya terjadi pada suasana basa.

Menurut Effendi (2003), sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Willson dan Burnett (2000) menambahkan bahwa dalam jaringan insang tiram, pada kondisi CO_2 tinggi dan pH rendah secara signifikan akan menurunkan pengambilan oksigen. pH rendah dapat mengurangi metabolisme aerob dan lebih lanjut mengakibatkan peralihan menjadi metabolisme anaerob.

b. Salinitas

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). Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Satria *et al.*, 2014).

Di habitat alami tiram, salinitas berfluktuasi akibat pengaruh siklus pasang surut, curah hujan dan drainase dari tempat yang berdekatan dengan daerah terestrial. Peningkatan salinitas dapat mengurangi pergerakan hemosit menuju partikel sasaran serta dapat menimbulkan stres tambahan. Selain itu,

peningkatan salinitas juga membuat tiram lebih rentan terhadap parasit (Gagnaire *et al.*, 2006). Effendi (2003) menambahkan, biasanya peningkatan salinitas diikuti dengan peningkatan pengeluaran energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi (penyesuaian tekanan ekstraseluler). Akibatnya sel tidak punya cukup energi untuk melakukan aktivitas akrosomal. Menurut Affan (2011), salinitas yang optimal untuk mendukung kehidupan bivalvia pada suatu perairan berkisar antara 30 – 35 ppt.

c. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh organisme guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas pertumbuhan, reproduksi, dan sebagainya. Oleh karena itu, ketersediaan oksigen bagi organisme menentukan lingkaran aktivitas, konversi pakan, dengan ketentuan faktor kondisi lainnya adalah optimum (Kordi, 2004). Kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 4 mg/l (Asriyanti, 2012). Kekurangan oksigen dalam air dapat mengganggu kehidupan biota air, termasuk kepesatan pertumbuhannya (Kordi dan Tancung, 2005).

Sumber utama dari oksigen terlarut yang ada didalam air adalah penyerapan oksigen yang berasal dari udara melalui permukaan air dan dari proses fotosintesis. Selanjutnya air akan kehilangan oksigen melalui pelepasan dari permukaan ke atmosfer dan melalui respirasi dari semua organisme air (Barus, 2002). Menurut Willson dan Burnett (2000), oksigen terlarut rendah, atau hipoksia, merupakan faktor utama pembatas distribusi organisme dan juga mempengaruhi komposisi spesies dalam suatu komunitas. Nilai oksigen terlarut bisa turun dari sekitar nilai saturasi udara saat air pasang menjadi nilai yang lebih rendah secara signifikan dan sering mendekati nol saat air surut. Oksigen terlarut

biasanya pada titik terendah saat pagi hari ketika air surut. Pada tiram, hipoksia dapat menurunkan tingkat metabolisme aerob.

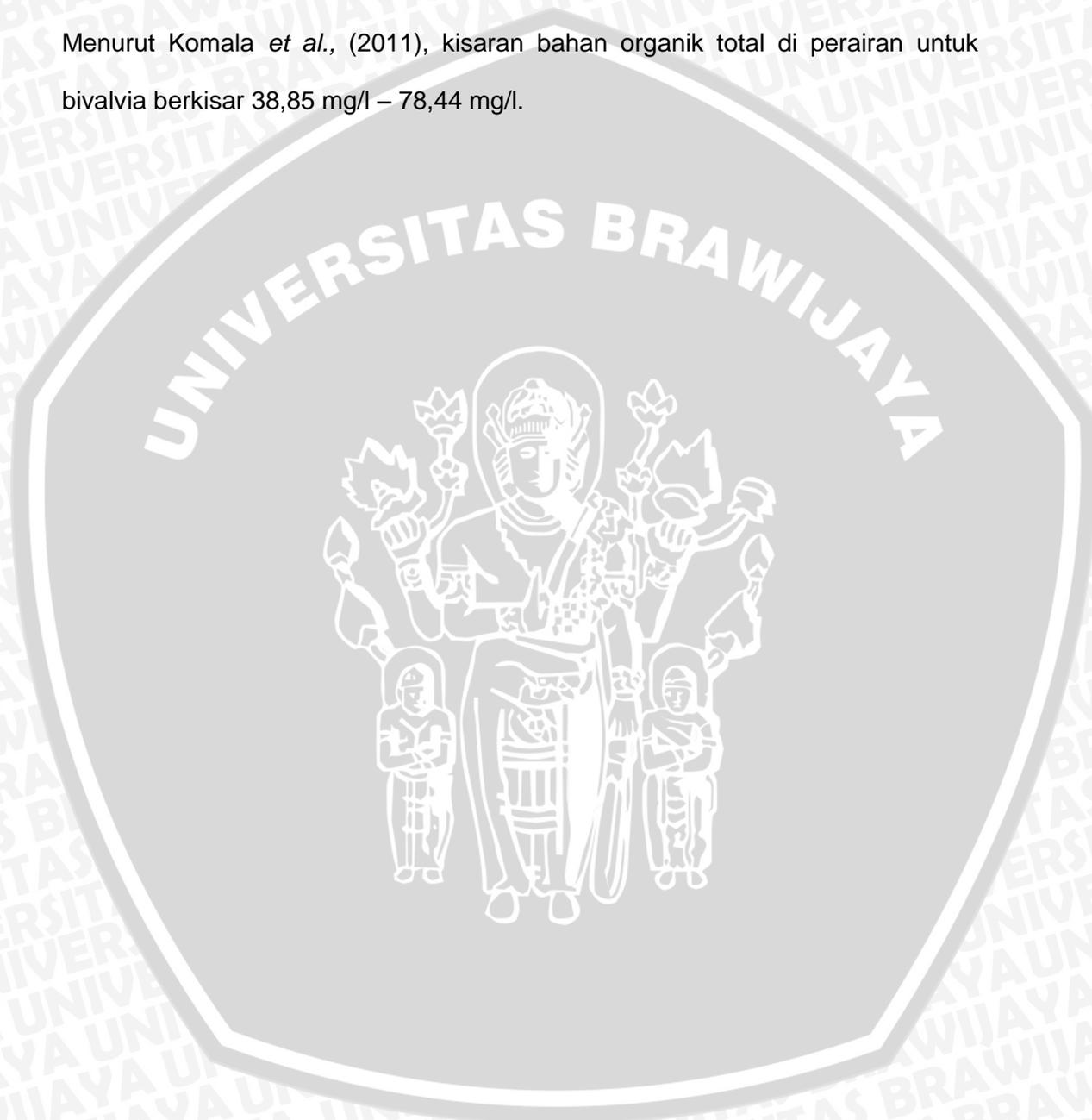
Salah satu strategi yang biasa digunakan oleh bivalvia saat terpapar pasang surut adalah mengurangi konsumsi oksigen. Mekanisme biokimia dan fisiologis yang kompleks memungkinkan tiram untuk bertahan hidup di bawah kondisi ekstrim dan untuk pulih dari hipoksia akibat paparan air surut. Di sisi lain, mekanisme tingkah laku, seperti terbukanya cangkang juga dapat meningkatkan kelangsungan hidup pada saat air surut, dimana gerakan kecil cangkang dapat membantu dalam pemeliharaan metabolisme aerobik (Almeida dan Bainy, 2006). Sementara beberapa bivalvia hanya mengisolasi diri dengan menutup katup mereka sampai mereka terendam lagi (Willson dan Burnett, 2000).

d. Bahan Organik Total

Kandungan organik yang terlarut dalam perairan selain merupakan sumber nutrisi juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, kehadiran, dan kepadatan hewan bentos termasuk bivalvia (Kharisma *et al.*, 2012). Nasution (2009), menyatakan bahwa sebagian besar bahan organik laut berasal dari daratan masuk ke laut melalui proses mineralisasi dan mengendap di dasar pantai. Bahan organik biasanya lebih banyak terdapat di perairan dangkal dan muara sungai dibandingkan dengan laut dalam karena kandungan karbon akan berkurang secara vertikal akibat menurunnya produksi primer oleh proses mineralisasi di kolom air sebagai akibat dari aktivitas organisme dasar laut. Namun demikian, dikatakan pula bahwa dengan adanya pergerakan massa gravitasi maka dapat mengangkat sedimen yang kaya akan bahan organik dari dasar perairan pantai dan muara.

Menurut Islami (2012), keseimbangan nutrisi dipengaruhi oleh siklus pasang surut yang diindikasikan dengan perubahan konsentrasi nutrisi dan rasio

individu pada suatu kawasan, serta pengaruh faktor fisik kimia lainnya. Wong dan Cheung (2001) dalam studinya mengenai aktivitas makan pada kerang *Perna viridis* terkait pasang surut menunjukkan bahwa rata-rata laju aktivitas makan meningkat seiring dengan meningkatnya bahan organik di perairan. Menurut Komala *et al.*, (2011), kisaran bahan organik total di perairan untuk bivalvia berkisar 38,85 mg/l – 78,44 mg/l.



3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah hemosit tiram (*C. iredalei*) yang diambil dari Perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Jawa Timur karena sebelumnya belum pernah dilakukan penelitian terkait hemosit tiram dari perairan ini. Kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika yaitu suhu, dan parameter kimia yaitu derajat keasaman, salinitas, oksigen terlarut dan bahan organik total.

3.1.1 Alat dan Bahan

Penggunaan alat dan bahan yang tepat dalam suatu penelitian akan mempermudah proses pelaksanaan selama penelitian berlangsung. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.1.2 Lokasi Pengambilan Tiram (*C. iredalei*)

Tiram (*C. iredalei*) yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pengambilan sampel tiram dilakukan di depan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Desa Campurejo sepanjang ± 5 meter ke arah horizontal karena keberadaan tiram pada lokasi tersebut cukup banyak untuk pemenuhan kebutuhan penelitian. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.2 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan metode survei terhadap ada tidaknya tiram di perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Survei dilakukan untuk mengetahui jenis tiram yang banyak ditemukan sehingga bahan penelitian akan lebih mudah didapat dan jumlahnya

memenuhi. Menurut Dane (2000), metode survei adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data pada saat tertentu. Deming (2000) menambahkan bahwa metode survei dilakukan dengan tidak melakukan perubahan (tidak ada perlakuan khusus) terhadap variabel-variabel yang diteliti. Tiram menjadi bahan dalam penelitian ini karena tiram merupakan salah satu organisme yang mendiami daerah intertidal sehingga dirasa menjadi organisme yang tepat untuk diberi perlakuan ketinggian air. Selain itu, keberadaannya juga banyak ditemui di berbagai perairan.

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan ketinggian air dan lama perendaman yang akan digunakan selama penelitian berlangsung. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati ketinggian air dan lama waktu perendaman saat air pasang dan surut di perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan pada 20 Desember 2014 diperoleh air pasang terjadi mulai pukul 17.00 – 04.00 WIB dengan ketinggian air tertinggi mencapai 70 cm pada pukul 23.00 WIB, sedangkan air surut terjadi mulai pukul 04.00 – 16.00 WIB dengan ketinggian air terendah yaitu 0 cm pada pukul 10.00 WIB.

3.3 Penelitian Utama

3.3.1 Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah tiram (*C. iredale*) berukuran ± 7 cm untuk mempermudah dalam pengambilan dan pengumpulan hemosit tiram karena ukurannya yang cukup besar. Jumlah tiram yang dibutuhkan untuk kontrol adalah sebanyak 3 individu, sedangkan jumlah tiram untuk perlakuan ketinggian air adalah sebanyak 27 individu dimana dalam masing-masing bak

percobaan akan diisi 3 individu tiram untukantisipasi apabila terjadi kegagalan dalam pengambilan hemosit dari salah satu tiram.

3.3.2 Media Percobaan

Air yang digunakan sebagai media hidup tiram adalah air laut yang dibeli dari penjual di Kota Malang. Air laut disterilisasi terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai media hidup tiram. Sterilisasi air laut menurut Laboratorium Hidrobiologi adalah sebagai berikut:

- Menyiapkan air laut 150 L.
- Melarutkan kaporit 20 gr dalam aquadest 1000 ml.
- Mengambil larutan kaporit 150 ml dan dimasukkan ke dalam 150 L air laut.
- Diamkan selama 24 jam dan diaerasi.
- Menimbang Na-thiosulfat 10 gr dan dilarutkan dalam 1000 ml aquadest.
- Mengambil 150 ml larutan Na-thiosulfat dan dimasukkan ke dalam 150 L air laut.
- Diamkan selama 15 menit.
- Mengecek menggunakan *chlorine test*.

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan bersamaan dengan waktu pengambilan hemosit tiram perlakuan yaitu pada akhir penelitian untuk mengetahui suhu, derajat keasaman, salinitas, oksigen terlarut dan bahan organik total.

3.3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di dalam laboratorium. Menurut Malhotra (2006), penelitian eksperimen adalah suatu penelitian dimana peneliti sengaja membangkitkan atau membuat suatu kejadian atau keadaan timbul, lalu meneliti akibatnya. Sukardi (2003) menambahkan

bahwa penelitian eksperimen adalah metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat (*causal effect relationship*).

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL). Menurut Walpole (1997) dalam Juwitanti *et al.*, (2013), rancangan acak lengkap adalah rancangan percobaan yang paling sederhana diantara semua rancangan percobaan. Rancangan ini dicirikan dengan diberikannya perlakuan secara acak pada seluruh bahan percobaan. Rancangan acak lengkap sangat mudah digambarkan dan analisisnya sangat sederhana, akan tetapi rancangan ini hendaknya digunakan hanya bila perlakuannya sedikit dan bahan percobaannya homogen. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen dengan perlakuan 3 ketinggian air yang berbeda (A, B, C) dalam 3 kali ulangan. Setelah perlakuan akan diamati hemosit tiram (*C. iredale*).

Rancangan denah penelitian ditentukan berdasarkan tabel random statistika sehingga diperoleh bentuk denah penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Denah penelitian

B ₂	A ₂	C ₁
A ₁	C ₃	A ₃
B ₃	C ₂	B ₁

3.3.4 Perlakuan

Kehidupan tiram di habitat alaminya selalu mengalami perubahan ketinggian air. Berdasarkan penelitian pendahuluan diperoleh ketinggian air saat pasang di perairan Desa Campurejo adalah 70 cm dan ketinggian air saat surut

adalah 0 cm. Perlakuan dalam penelitian ini dilakukan selama 12 jam dengan jumlah 3 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan, yaitu:

- Perlakuan A : ketinggian air 0 cm.
- Perlakuan B : ketinggian air 35 cm.
- Perlakuan C : ketinggian air 70 cm.

Perlakuan perbedaan ketinggian air berarti juga perbedaan tekanan air dimana hubungan ketinggian air berbanding lurus dengan tekanan air. Menurut Ermawati *et al.*, (2014), tekanan air dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan:

P = tekanan hidrostatis (N/m² atau Pa)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m³)

g = percepatan gravitasi bumi (9,8 m/s²)

h = kedalaman dari permukaan zat cair (m), sehingga:

$$\begin{aligned} P \text{ pada ketinggian air } 35 \text{ cm} &= 1025 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,35 \text{ m} \\ &= 3516 \text{ N/m}^2 \text{ atau } 3516 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P \text{ pada ketinggian air } 70 \text{ cm} &= 1025 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,7 \text{ m} \\ &= 7032 \text{ N/m}^2 \text{ atau } 7032 \text{ Pa} \end{aligned}$$

3.3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variable bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*). Menurut Sangadji dan Sopiha (2010), variabel bebas adalah variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel bebas serta variabel terikat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Variabel bebas : perbedaan ketinggian air dan sebagai kontrol digunakan tiram tanpa perendaman yang langsung diamati hemositnya setelah pengangkutan tiram dari perairan.
- b. Variabel terikat : kadar hemosit tiram meliputi THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*).
- c. Data pendukung : kualitas air meliputi suhu, derajat keasaman, salinitas, oksigen terlarut dan bahan organik total.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pengumpulan Tiram (*C. iredalei*)

Sampel tiram (*C. iredalei*) diambil dari lokasi penelitian dalam keadaan hidup. Pengambilan tiram dilakukan dengan bantuan alat betel dan palu untuk memudahkan pelepasan tiram dari substrat batu atau kayu. Tiram yang diperoleh dimasukkan ke dalam coolbox plastik berisi air laut yang diambil dari lokasi penelitian sebagai media hidup tiram selama masa pengangkutan ke laboratorium. Tiram terlebih dahulu dicuci untuk menghilangkan pasir, lumpur atau sisa batu yang masih menempel pada tiram sebelum dilakukan perlakuan pada skala laboratorium. Pengumpulan tiram dilakukan saat surut terendah berdasarkan data pasang surut PPN Brondong 1 – 7 Januari 2015 yang dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.2 Preparasi Bak Pemeliharaan

Bak percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 9 buah. Bak percobaan berbentuk tabung dengan diameter 13,4 cm dan ketinggian antara lain 10 cm, 40 cm dan 75 cm. Bak percobaan diisi air laut sesuai perlakuan yaitu 3 bak dengan ketinggian air 0 cm (tanpa air), 3 bak dengan ketinggian air 35 cm dan 3 bak dengan ketinggian air 70 cm. Setelah terisi air, masing-masing bak percobaan diberi aerator, kemudian dimasukkan tiram (*C.*

iredalei) sebanyak 3 individu/bak. Penempatan bak percobaan untuk masing-masing perlakuan dan ulangan disesuaikan dengan denah penelitian.

3.4.3 Pemeliharaan Tiram (*C. iredalei*)

Tiram (*C. iredalei*) dipelihara selama 12 jam dalam bak percobaan sesuai perlakuan masing-masing. Masa pemeliharaan dilakukan selama 12 jam karena menyesuaikan dengan lama waktu air pasang dan surut di perairan Desa Campurejo saat penelitian pendahuluan berlangsung. Pemeliharaan tiram selama penelitian dilakukan dengan pemberian aerasi dalam bak percobaan untuk menyuplai oksigen pada tiram.

3.4.4 Pengambilan Sampel Darah Tiram (*C. iredalei*)

Pengambilan sampel darah atau hemosit tiram (*C. iredalei*) pada tiram kontrol dilakukan setelah tiram diangkat dari lokasi penelitian, sedangkan hemosit tiram perlakuan diambil setelah masa pemeliharaan tiram selesai. Menurut Kurniawan (2012), pengambilan hemosit tiram menggunakan spuit 1 ml dan jarum 25-G pada bagian otot abductor karena letaknya berdekatan dengan jantung dan ukurannya lebih besar sehingga memudahkan dalam pengambilan hemosit tiram.

3.4.5 Pengamatan THC dan DHC

Pengamatan *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) tiram (*C. iredalei*) dilakukan setelah diperoleh hemosit yang cukup.

- **Total Haemocyte Count (THC)**

Prosedur pengambilan hemosit tiram menurut Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan adalah sebagai berikut:

- Spuit berukuran 1 ml dengan jarum berukuran 25-G terlebih dahulu disterilisasi menggunakan Ethanol P.A.

- Mengisi spuit dengan Na-Sitrat 10% sebanyak 0,1 ml sebagai antikoagulan.
- Mengambil hemosit pada tiram sebanyak 0,1 ml menggunakan spuit.
- Memasukkan hemosit ke dalam eppendorf yang berisi trypan blue 0,1 ml kemudian dihomogenkan.
- Mengambil campuran hemosit dan trypan blue menggunakan spuit kemudian diletakkan pada slide haemocytometer dan diamati di bawah mikroskop.

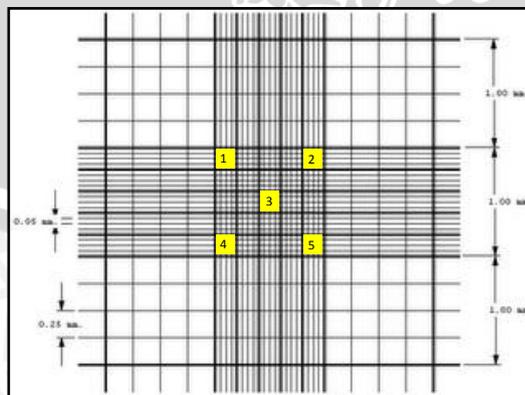
Perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC) pada Haemocytometer menurut Ekawati *et al.*, (2012) adalah sebagai berikut:

$$\text{THC (sel/ml)} = \frac{\text{Jumlah sel yang dihitung}}{\text{Jumlah bidang pandang}} \times 10^4 \times \text{faktor pengencer}$$

Adapun gambar haemocytometer dan bilik hitung pada haemocytometer dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Haemocytometer



Gambar 7. Kamar hitung haemocytometer
Jumlah bidang pandang adalah 5.

- **Differential Haemocyte Count (DHC)**

Haemocyte diambil kira-kira 25 μ L, kemudian diwarnai terlebih dahulu dengan metode giemsa (Van de Braak, 1996). Menurut Bijanti (2005) langkah-langkah pewarnaan menggunakan giemsa adalah sebagai berikut:

- Meletakkan preparat yang akan dipulas diatas rak tempat memulas dengan lapisan hemolimph menghadap ke atas.
- Meneteskan metilalkohol ke atas sediaan tersebut sehingga lapisan hemolimph tertutup seluruhnya lalu dibiarkan selama \pm 2 menit.
- Memberikan larutan giemsa yang sudah diencerkan dengan larutan penyangga diatas hapusan hemolimph secara merata dan dibiarkan selama 30 menit.
- Membilas preparat hapusan hemolimph dengan air mengalir lalu preparat ditaruh dalam posisi vertikal dan dibiarkan mengering pada udara.
- Melakukan pengamatan jumlah sel dalam persentase berdasarkan kriteria morfologi.

Perhitungan persentase jenis sel hemosit menurut Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase jenis sel hemosit} = \frac{\text{Jumlah tiap jenis sel hemosit} \times 100\%}{\text{Total hemosit}}$$

Keterangan:

Jenis sel hemosit = Sel hyalinosit dan sel granulosit

Total hemosit = Total sel hyalinosit dan sel granulosit

3.4.6 Prosedur Analisis Kualitas Air

a. Parameter Fisika

• Pengukuran Suhu

Prosedur pengukuran suhu menggunakan Termometer Hg menurut Hariyadi *et al.*, (1992) adalah sebagai berikut:

- Mencilupkan thermometer air raksa ke dalam perairan.
- Membiarkan selama 3 menit.
- Membaca skala pada thermometer ketika masih di dalam air.
- Mencatat hasil pengukuran dalam skala °C.

b. Parameter Kimia

• Pengukuran Derajat Keasaman

Menurut Hariyadi *et al.*, (1992), prosedur analisis derajat keasaman (pH) pada perairan adalah sebagai berikut:

- Memasukkan pH paper ke dalam air sekitar 1 menit.
- Mengangkat pH paper ke atas dan dikibas-kibaskan hingga setengah kering.
- Mencocokkan perubahan warna pH paper pada kotak standart.

• Pengukuran Salinitas

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

- Membuka penutup kaca prisma.
- Mengkalibrasi dengan aquadest.
- Membersihkan dengan tissue secara searah.
- Meneteskan 1-2 tetes air yang akan diukur salinitasnya.
- Menutup kembali dengan hati-hati agar tidak terjadi gelembung udara di permukaan kaca prisma.

- Mengarahkan ke sumber cahaya.
- Melihat nilai salinitasnya dari air yang melalui kaca pengintai.
- **Pengukuran Oksigen Terlarut**

Prosedur pengukuran oksigen terlarut dilakukan dengan cara Winkler menurut Suprpto (2011) adalah sebagai berikut:

- Mengukur dan mencatat volume botol DO yang akan digunakan $\pm 250 - 300$ mL.
- Memasukkan botol DO ke dalam air yang akan diukur oksigennya secara perlahan-lahan dengan posisi miring dan diusahakan jangan sampai ada gelembung udara.
- Menutup botol DO di dalam air dan dipastikan tidak ada gelembung udara.
- Menambahkan $MnSO_4$ 2 ml, $NaOH + KI$ 2 ml lalu bolak-balikkan botolnya sampai homogen.
- Mengendapkan dan didiamkan selama kurang lebih 30 menit sampai terjadi endapan coklat.
- Membuang air yang bening di atas endapan, dan menambahkan 1-2 ml H_2SO_4 dan mengkocok sampai endapan larut.
- Menambahkan 3-4 tetes amylum, diaduk dan dititrasi dengan Na-thiosulfat 0,025 N sampai jernih lalu mencatat volume titran.
- Mengukur kadar oksigen yang terlarut dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Oksigen Terlarut (mg/l)} = \frac{V(\text{titran}) \times N(\text{titran}) \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

Keterangan:

V (titran) : Volume larutan Na-thiosulfat untuk titrasi

N (titran) : Normalitas larutan Na-thiosulfat (0,025 N)

- **Bahan Organik Total**

Menurut Hariyadi *et al.*, (1992), prosedur pengukuran bahan organik total adalah sebagai berikut:

- Memasukkan air sampel sebanyak 50 ml ke dalam erlenmeyer.
- Menambahkan KMnO_4 sebanyak 9,5 ml.
- Menambahkan H_2SO_4 (1:4) sebanyak 10 ml dan dihomogenkan.
- Memanaskan sampel menggunakan hot plate sampai suhu $70\text{-}80^\circ\text{C}$ lalu diangkat dan ditunggu hingga suhu turun menjadi $60\text{-}70^\circ\text{C}$.
- Menambahkan Na-oxalat 0,01 N perlahan sampai tidak berwarna pertama kali.
- Sampel dititrasi dengan KMnO_4 0,01 N sampai terbentuk warna merah muda pertama kali dan dicatat sebagai ml titran (x ml).
- Melakukan prosedur di atas untuk sampel aquadest dan dicatat titran yang digunakan (y ml).
- Menghitung kadar bahan organik total dengan rumus:

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

Keterangan:

- x = ml titran untuk air sampel
- y = ml titran untuk aquadest
- 31,6 = $1/5$ dari BM KMnO_4 (1 mol KMnO_4 melepas 5 oksigen dalam reaksi ini)
- 0,01 = Molaritas KMnO_4
- 1000 = konversi dari ml ke liter

3.5 Analisis Data

Analisis data hasil penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan digunakan analisis keragaman (ANOVA) atau uji F. Apabila hasil uji F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT untuk menentukan perlakuan atau yang memberi respon terbaik pada taraf atau derajat kepercayaan 95% – 99% (F hitung lebih besar dari F tabel 5% atau F tabel 1%. Perhitungan analisa keragaman RAL adalah sebagai berikut:

- Faktor Koreksi (FK) = $Y^2 / (r.t)$
- Jumlah Kuadrat Total (JKT) = $Y_{ij}^2 - FK$
- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) = $Y_i^2 / r - FK$
- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) = $JKT - JKP$

Tabel 2. Sidik ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	t-1	JKP	JKP/ t -1	KTP/KTG	tabel	tabel
Galat	t (r-1)	JKG	JKG/ t(r-1)			
Total	t.r - 1	JKT				

- Bila F hitung < F tabel → n.s atau *non significant*
- Bila F 5% < F hitung < F 1% → * atau *significant* (berbeda nyata)
- Bila F hitung > F 1% → ** atau *highly significant* (berbeda sangat nyata)

Menurut Hanafiah (2008), apabila hasil analisis keragaman/sidik ragam berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan sehingga didapatkan urutan perlakuan terbaik dengan menggunakan rumus:

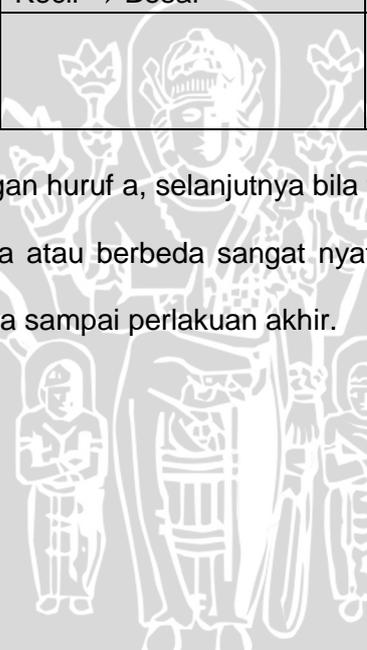
$$BNT = t \frac{\alpha}{2} x \frac{\sqrt{2 \times KTG}}{r}$$

Kemudian dibuat tabel BNT yang merupakan tabel selisih harga rata-rata terkecil hingga terbesar atau sebaliknya. Selanjutnya dibandingkan dengan nilai BNT 5% dan 1% dengan ketentuan:

- Bila selisih < BNT 5% → n.s (non significant), berarti tidak berbeda nyata
- Bila BNT 5% < selisih < BNT 1% → * berarti berbeda nyata
- Bila selisih > BNT 1% → ** berarti berbeda sangat nyata

Ditentukan notasinya dengan ketentuan notasi sama apabila hasilnya tidak berbeda nyata seperti Tabel 3.

Tabel 3. Uji BNT

Rata-rata perlakuan	Kecil → Besar	Notasi
Kecil ↓ Besar		

Notasi dimulai dengan huruf a, selanjutnya bila tidak berbeda diberi notasi sama yaitu a, bila berbeda atau berbeda sangat nyata diberi notasi berikutnya yaitu b demikian seterusnya sampai perlakuan akhir.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Gresik merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Timur dengan luas wilayah 1.191,25 km² yang terbagi dalam 18 Kecamatan dan terdiri dari 330 Desa dan 26 Kelurahan. Secara geografis wilayah Kabupaten Gresik terletak antara 112° sampai 113° BT dan 7° sampai 8° LS dan merupakan dataran rendah dengan ketinggian 2 sampai 12 meter di atas permukaan air laut. Sebagian wilayah Kabupaten Gresik merupakan daerah pesisir pantai, yaitu memanjang mulai dari Kecamatan Kebomas, Gresik, Manyar, Bungah, Sidayu, Ujungpangkah dan Panceng serta Kecamatan Sangkapura dan Tambak yang lokasinya berada di Pulau Bawean (Pemkab Gresik, 2014).

Kecamatan Panceng adalah salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Luas wilayah Kecamatan Panceng ± 5.273.661 m². Wilayah Kecamatan Panceng dibagi menjadi 2 bagian yaitu wilayah pesisir di bagian utara dan wilayah dataran sedang dan tinggi di bagian selatan (Pemkab Gresik, 2014). Kecamatan Panceng terletak di ujung paling barat dari Kabupaten Gresik dan berbatasan langsung dengan Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Secara administratif, Kecamatan Panceng terbagi menjadi 14 desa, dengan beberapa desa memiliki beberapa dusun (Wikipedia, 2013).

Desa Campurejo merupakan salah satu desa di Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik. Sebagian besar wilayah Desa Campurejo berupa daerah pantai dengan substrat perairan berbatu dan berpasir. Wilayah ini merupakan daerah intertidal yang mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam

sehari atau sering juga disebut pasang surut diurnal. Adapun batas-batas wilayah Desa Campurejo adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Langsung menghadap ke Laut Jawa

Sebelah Barat : Desa Sadang

Sebelah Selatan : Desa Sumurber

Sebelah Timur : Desa Dalegan

Masyarakat Desa Campurejo mayoritas berprofesi sebagai nelayan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, yaitu sebanyak 2.954 jiwa masyarakat Campurejo yang berprofesi sebagai nelayan dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam yang ada. Selain itu, masyarakat Desa Campurejo juga mempunyai profesi sebagai pedagang. Hal ini didukung dengan adanya pasar di Desa Campurejo (Chamidi, 2012). Desa Campurejo juga mempunyai Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) yang berada di sepanjang daerah pantai dan berdekatan dengan pasar Campurejo dan pemukiman warga. PPI menjadi tempat para nelayan dengan para pembeli melakukan jual beli hasil tangkapan seperti ikan, udang, kerang dan hasil tangkapan lainnya. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 3.

4.2 Deskripsi Stasiun Pengambilan Tiram

Pengambilan tiram dilakukan di Perairan Desa Campurejo, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, tepatnya di depan Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Desa Campurejo yang berada di dekat pasar Campurejo dan pemukiman warga. Pengambilan tiram dilakukan di sepanjang perairan ± 5 meter ke arah horizontal dengan pengambilan sampel tiram secara acak/random. Substrat perairan Desa Campurejo adalah berbatu dan berpasir. Di sepanjang lokasi banyak ditemukan tiram yang menempel pada batu dan kayu seperti tiram (*C. iredalei*), tiram (*C. cucullata*) dan tiram (*C. glomerata*). Selain itu, pada lokasi ini

juga terdapat perahu milik para nelayan dan ditemukan sampah seperti plastik, kain dan sandal yang terbawa oleh arus. Lokasi pengambilan tiram dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Lokasi pengambilan tiram

4.3 Analisis *Total Haemocyte Count* (THC) pada Tiram (*C. iredalei*)

Jumlah sel hemosit yang dihitung dan hasil perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram (*C. iredalei*) dapat dilihat pada Lampiran 4, sedangkan hasil THC pada tiram (*C. iredalei*) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram (*C. iredalei*)

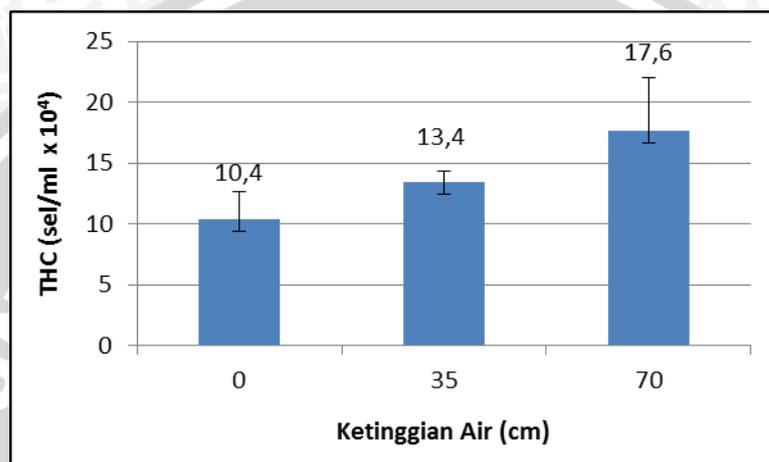
Perlakuan ketinggian air	Ulangan	Hasil THC (sel/ml)
Kontrol	A	$46,2 \times 10^4$
	B	33×10^4
	C	$35,4 \times 10^4$
0 cm	A	$7,8 \times 10^4$
	B	12×10^4
	C	$11,4 \times 10^4$
35 cm	A	$12,6 \times 10^4$
	B	$14,4 \times 10^4$
	C	$13,2 \times 10^4$
70 cm	A	21×10^4
	B	$19,2 \times 10^4$
	C	$12,6 \times 10^4$

Berdasarkan hasil pengamatan THC pada tiram tanpa perlakuan atau kontrol diperoleh THC dengan rata-rata $38,2 \times 10^4$ sel/ml. Menurut Delaporte *et al.*, (2003), nilai THC pada tiram adalah $6,4 \pm 2,2 \times 10^5$ sel/ml (64×10^4 sel/ml). Nilai THC yang melebihi kisaran tersebut menunjukkan tiram sedang memproduksi pertahanan tubuh dalam jumlah banyak. Sementara yang berada di bawah kisaran tersebut dianggap normal, sehingga THC yang diperoleh pada tiram tanpa perlakuan atau kontrol yaitu $38,2 \times 10^4$ sel/ml dapat dikatakan masih dalam kondisi normal.

Nilai THC pada tiram kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan nilai THC pada tiram perlakuan yaitu tiram kontrol diperoleh rata-rata THC $38,2 \times 10^4$ sel/ml, sedangkan tiram perlakuan diperoleh rata-rata THC berkisar antara $10,4 \times 10^4$ sel/ml – $17,6 \times 10^4$ sel/ml. Hal tersebut dikarenakan tiram kontrol berada pada kondisi lapang yang menyebabkan faktor yang mempengaruhi tiram lebih besar seperti adanya aktifitas masyarakat meliputi pemukiman, pasar dan PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) di sekitar perairan Desa Campurejo. Selain itu, kualitas air pada tiram kontrol meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut dan bahan organik total lebih tinggi bila dibandingkan dengan kualitas air pada tiram perlakuan yang berada pada skala laboratorium dan menggunakan air laut steril. Menurut Hurtado *et al.*, (2011), moluska yang hidup di bagian intertidal seperti tiram, terkena beberapa stres lingkungan seperti suhu tinggi, pengeringan, stres paparan gelombang, variasi oksigen, ketersediaan hara, dan radiasi UV tingkat tinggi sehingga tiram kontrol memproduksi hemosit lebih banyak sebagai bentuk pertahanan tubuh pada kondisi lapang di perairan Desa Campurejo. Menurut Febriani *et al.*, (2013), meningkatnya sistem imun pada moluska dapat dilihat dari peningkatan jumlah hemosit. Sama halnya dengan Putri *et al.*, (2013) yang

menyatakan bahwa peningkatan jumlah total hemosit diasumsikan sebagai bentuk dari respon imun seluler pada tubuh tiram.

Hasil rata-rata *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram (*C. iredalei*) dengan perlakuan ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik rata-rata *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram (*C. iredalei*)

Gambar 9 menunjukkan rata-rata THC tertinggi diperoleh tiram pada ketinggian air 70 cm yaitu $17,6 \times 10^4$ sel/ml, sedangkan THC terendah diperoleh tiram pada ketinggian air 0 cm yaitu $10,4 \times 10^4$ sel/ml. Menurut Delaporte *et al.*, (2003), nilai THC pada tiram adalah $6,4 \pm 2,2 \times 10^5$ sel/ml (64×10^4 sel/ml). Nilai THC yang lebih dari kisaran tersebut menunjukkan tiram sedang memproduksi pertahanan tubuh dalam jumlah banyak. Sementara yang berada di bawah kisaran tersebut dianggap normal, sehingga THC pada tiram perlakuan yaitu berkisar antara $10,4 \times 10^4$ sel/ml – $17,6 \times 10^4$ sel/ml dapat dikatakan masih dalam kondisi normal.

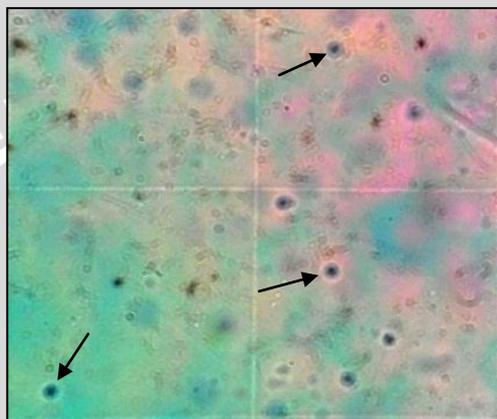
THC tiram (*C. iredalei*) pada ketinggian air 70 cm yaitu $17,6 \times 10^4$ sel/ml lebih tinggi dibandingkan THC tiram pada ketinggian air 35 cm dan 0 cm yaitu $13,4 \times 10^4$ sel/ml dan $10,4 \times 10^4$ sel/ml. Hal tersebut dikarenakan tiram biasa hidup di ketinggian air yang rendah sehingga tiram akan memproduksi hemosit

lebih banyak pada ketinggian air yang lebih pula. Sesuai Asriyanti (2012), spesies *Crassostrea* sp. banyak ditemukan pada daerah intertidal dan perairan dangkal. Selain itu, hal ini juga dikarenakan tekanan yang diterima oleh tubuh tiram pada ketinggian air 70 cm yaitu 7032 Pa lebih tinggi dibandingkan tekanan yang diterima tiram pada ketinggian air 35 cm yaitu 3516 Pa dan 0 cm sehingga hemosit tiram pada ketinggian air 70 cm juga lebih banyak dibandingkan pada ketinggian air 35 cm dan 0 cm. Sesuai Dharmastiti dan Harisa (2010), hubungan ketinggian atau kedalaman air berbanding lurus dengan tekanan yang diterima oleh tubuh organisme dimana semakin bertambah ketinggian atau kedalaman air maka semakin bertambah pula tekanan yang diterima tubuh organisme suatu perairan. Penelitian Mufarika (2015) terkait pengaruh ketinggian air terhadap THC tiram (*C. cucullata*) menunjukkan THC tiram pada ketinggian air 0 cm yaitu $8,80 \times 10^4$ sel/ml lebih rendah dibandingkan THC tiram pada ketinggian air 70 cm yaitu $12,40 \times 10^4$ sel/ml dikarenakan tiram pada ketinggian air 0 cm tidak mendapatkan tekanan dari media air laut. Penelitian sebelumnya oleh Matozzo *et al.*, (2005) menggunakan *aerial exposure* atau paparan udara (ketinggian air 0 cm) pada *Chamelea gallina* menunjukkan terjadi pengaruh pada fungsi hemosit dengan penurunan nilai THC secara signifikan pada 24 jam dan 48 jam.

Pemberian tekanan air pada tiram (*C. iredalei*) dapat meningkatkan pertahanan tubuh tiram. Perlakuan dengan ketinggian air 70 cm menghasilkan THC terbanyak dan menunjukkan tiram sedang membentuk pertahanan tubuh terhadap perubahan fisik seperti tekanan air. Menurut Brown dan Thatje (2014), efek yang diberikan dari tekanan hidrostatik membutuhkan peningkatan upaya bertahan dalam tubuh organisme. Brown dan Thatje (2015) menambahkan, invertebrata laut dan ikan yang mendiami air dangkal (kedalaman < 200 m) menunjukkan toleransi yang terbatas terhadap peningkatan tekanan hidrostatik

(tekanan yang diberikan oleh massa air), dan toleransi hiperbarik (meningkatnya tekanan) bergantung pada kemampuan untuk mempertahankan metabolisme aerob.

Hasil pengamatan THC pada tiram (*C. iredalei*) dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 100X seperti ditunjukkan oleh anak panah dimana sel hemosit berwarna biru dengan nukleus di dalam sel (lihat Gambar 10).



Gambar 10. Pengamatan *Total Haemocyte Count* (THC) pada tiram (*C. iredalei*)

THC pada tiap ketinggian air menunjukkan adanya perbedaan dimana THC semakin meningkat dengan bertambahnya ketinggian air. Akan tetapi dilihat dari hasil secara statistik menggunakan analisis keragaman atau ANOVA menunjukkan tidak terjadi perbedaan secara nyata karena $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ yaitu $5 < 5,140$ sehingga dapat dikatakan bahwa ketinggian air tidak berpengaruh secara nyata terhadap kadar hemosit THC tiram (*C. iredalei*). Hal tersebut dikarenakan tiram sudah beradaptasi dengan perubahan ketinggian air akibat pasang surut di habitat alaminya. Hasil analisis data THC menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.4 Analisis *Differential Haemocyte Count* (DHC) pada Tiram (*C. iredalei*)

4.4.1 Analisis Sel Hyalinosit pada Tiram (*C. iredalei*)

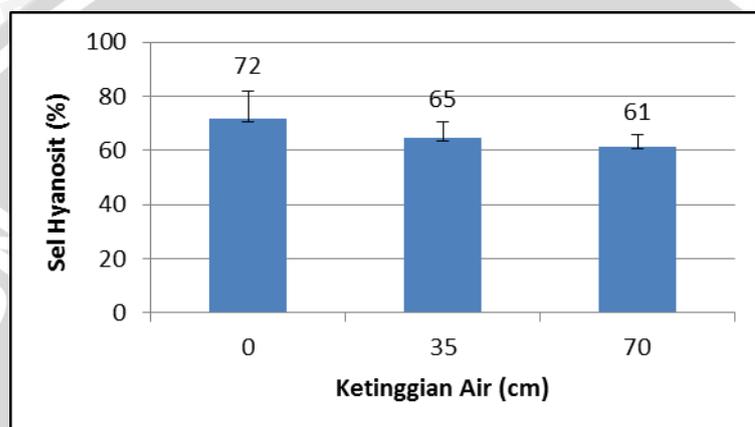
Jumlah sel hyalinosit yang dihitung dan hasil perhitungan persentase sel hyalinosit pada tiram (*C. iredalei*) dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil persentase sel hyalinosit pada tiram (*C. iredalei*) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil persentase sel hyalinosit pada tiram (*C. iredalei*)

Perlakuan ketinggian air	Ulangan	Hasil sel hyalinosit (%)
Kontrol	A	57
	B	53
	C	47
0 cm	A	75
	B	80
	C	60
35 cm	A	60
	B	71
	C	63
70 cm	A	65
	B	63
	C	57

Berdasarkan hasil persentase sel hyalinosit pada tiram tanpa perlakuan atau kontrol diperoleh rata-rata persentase sel hyalinosit adalah 52%. Penelitian Choi *et al.*, (2011) pada tiram (*C. gigas*) diperoleh hyalinosit pada tiram yang sehat sebesar $81,8 \pm 5,5\%$, sedangkan pada tiram yang terinfeksi *Marteilioides chungmuensis* diperoleh hyalinosit $73 \pm 7,3\%$, sehingga sel hyalinosit yang diperoleh pada tiram kontrol yaitu 52% menunjukkan tiram dalam kondisi tidak sehat dan kemampuan tiram dalam mengenali benda asing lebih rendah. Menurut Manoppo dan Kolopita (2014), sel hyalinosit memiliki kemampuan melakukan pengenalan terhadap benda asing yang masuk pada tubuh tiram. da Silva *et al.*, (2008), penurunan sel hyalinosit akan diikuti dengan peningkatan sel granulosit yang akan meningkatkan pertahanan tiram sehingga memiliki kontribusi dalam mengurangi kerentanan terhadap penyakit. Peningkatan

pertahanan tiram ini disebabkan karena tiram berasal dari perairan yang dipengaruhi langsung oleh aktifitas masyarakat di Desa Campurejo seperti pemukiman, pasar dan PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) yang menyebabkan tiram sebagai organisme intertidal secara langsung terkena dampaknya. Hasil rata-rata persentase sel hyalinosit pada tiram (*C. iredalei*) dengan perlakuan ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik rata-rata persentase sel hyalinosit pada tiram (*C. iredalei*)

Gambar 11 menunjukkan rata-rata persentase sel hyalinosit tertinggi diperoleh tiram pada ketinggian air 0 cm yaitu sebesar 72%, sedangkan persentase sel hyalinosit terendah diperoleh tiram pada ketinggian air 70 cm yaitu 61%. Penelitian Choi *et al.*, (2011) pada tiram (*C. gigas*) diperoleh hyalinosit pada tiram yang sehat sebesar $81,8 \pm 5,5\%$, sedangkan pada tiram yang terinfeksi *Marteilioides chungmuensis* diperoleh hyalinosit $73 \pm 7,3\%$, sehingga sel hyalinosit yang diperoleh selama penelitian yaitu berkisar antara 61% – 72% menunjukkan tiram dalam kondisi tidak sehat dan kemampuan tiram dalam mengenali benda asing lebih rendah. Menurut Beatrice *et al.*, (2007), sel hyalinosit terlibat dalam pengenalan terhadap material asing dalam tubuh tiram dan penurunan sel hyalinosit diikuti dengan peningkatan sel granulosit sebagai bentuk peningkatan status kesehatan pada tiram.

Persentase sel hyalinosit tertinggi pada tiram perlakuan diperoleh pada ketinggian air 0 cm yaitu 72%, dan mengalami penurunan secara berturut-turut pada ketinggian air 35 cm dan 70 cm yaitu 65% dan 61%. Menurut Arifuddin *et al.*, (2004), penurunan persentase sel-sel hyalin merupakan implikasi dari peningkatan sel-sel granular. Dalam hal ini, sel-sel granular merupakan sel-sel matang dari sel-sel hyalin dan semi granular. Kerjasama dan komunikasi sel dibutuhkan paling tidak pada beberapa reaksi pertahanan dan terjadi ketika mikroorganisme atau parasit dikenali dan respon imun dibentuk. Menurut Ekawati *et al.*, (2012), lektin atau agglutinin adalah protein pada hyalinosit yang memiliki peranan penting saat terdapatnya antigen yang masuk ke dalam tubuh. Komponen ini akan berikatan dengan karbohidrat yang terdapat pada dinding sel patogen atau benda asing yang disebut sebagai *aglutinasi*. Reaksi akan diikuti dengan eliminasi benda asing tersebut melalui proses fagositosis dan melanisasi oleh enzim phenoloksidase.

Persentase sel hyalinosit tertinggi diperoleh pada tiram dengan ketinggian air 0 cm dikarenakan tiram berada pada udara terbuka atau *aerial exposure* sehingga tidak mendapatkan tekanan dari media air laut atau tekanan hidrostatis. Lain halnya dengan tiram pada ketinggian air 35 cm dan 70 cm yang mendapat tekanan dari media air laut. Penelitian Naf'an (2009) menggunakan *aerial exposure* pada tiram (*Saccostrea cucullata*) diperoleh hyalinosit $46 \pm 9\%$ pada hari ke-0 dan mengalami peningkatan menjadi $48 \pm 10\%$ pada hari ke-3.

Persentase sel hyalinosit pada tiap ketinggian air menunjukkan adanya perbedaan dimana persentase sel hyalinosit mengalami penurunan dengan bertambahnya ketinggian air. Akan tetapi dilihat dari hasil secara statistik menggunakan analisis keragaman atau ANOVA menunjukkan tidak terjadi perbedaan secara nyata karena $F \text{ hitung} < F \text{ tabel } 5\%$ yaitu $1,50 < 5,14$ sehingga

dapat dikatakan bahwa ketinggian air tidak berpengaruh secara nyata terhadap sel hyalinosit tiram (*C. iredalei*). Hal tersebut dikarenakan tiram sudah beradaptasi dengan perubahan ketinggian air akibat pasang surut di habitat alaminya. Hasil analisis data sel hyalinosit menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.4.2 Analisis Sel Granulosit pada Tiram (*C. iredalei*)

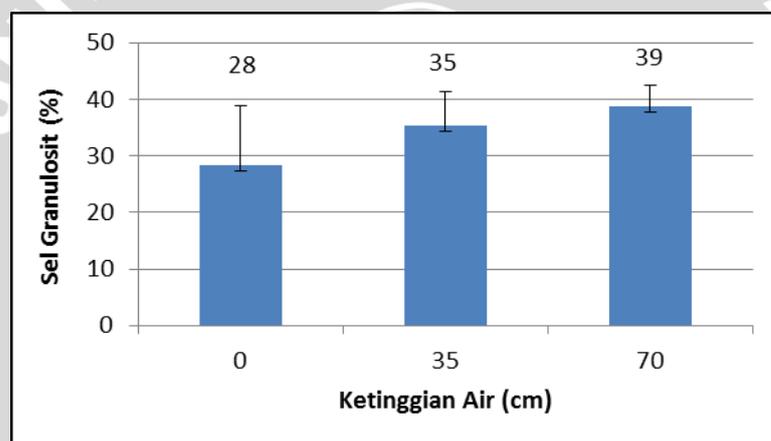
Jumlah sel granulosit yang dihitung dan hasil perhitungan persentase sel granulosit pada tiram (*C. iredalei*) dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil persentase sel granulosit pada tiram (*C. iredalei*) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil persentase sel granulosit pada tiram (*C. iredalei*)

Perlakuan ketinggian air	Ulangan	Hasil sel granulosit (%)
Kontrol	A	43
	B	47
	C	53
0 cm	A	25
	B	20
	C	40
35 cm	A	40
	B	29
	C	38
70 cm	A	35
	B	38
	C	43

Berdasarkan hasil persentase sel granulosit pada tiram tanpa perlakuan atau kontrol diperoleh rata-rata persentase sel granulosit adalah 48%. Penelitian Choi *et al.*, (2011) pada tiram (*C. gigas*) diperoleh granulosit pada tiram yang sehat $16,9 \pm 5,5\%$, sedangkan pada tiram yang terinfeksi *Marteilioides chungmuensis* diperoleh granulosit $25,2 \pm 7,2\%$, sehingga sel granulosit pada tiram kontrol yaitu 52% menunjukkan tiram sedang membentuk pertahanan tubuh dalam jumlah banyak. Hal tersebut disebabkan karena tiram berasal dari

perairan yang dipengaruhi langsung oleh aktifitas masyarakat seperti pemukiman, pasar dan PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan) yang menyebabkan tiram sebagai organisme intertidal secara langsung terkena dampaknya. Menurut Aladaileh *et al.*, (2007), sel granulosit memiliki granula atau butiran yang bekerja saat tiram melakukan aktivitas fagositosis. Comesana *et al.*, (2012), fagositosis adalah mekanisme pertahanan utama sel untuk menghilangkan patogen dalam tubuh tiram. Hasil rata-rata persentase sel hyalinosit pada tiram (*C. iredalei*) dengan perlakuan ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik rata-rata persentase sel granulosit pada tiram (*C. iredalei*)

Gambar 12 menunjukkan rata-rata persentase sel granulosit tertinggi diperoleh tiram pada ketinggian air 70 cm yaitu 39%, sedangkan persentase sel granulosit terendah diperoleh tiram pada ketinggian air 0 cm yaitu 28%. Penelitian Choi *et al.*, (2011) pada tiram (*C. gigas*) diperoleh granulosit pada tiram yang sehat $16,9 \pm 5,5\%$, sedangkan pada tiram yang terinfeksi *Marteilioides chungmuensis* didapat granulosit $25,2 \pm 7,2\%$, sehingga sel granulosit tiram perlakuan yaitu berkisar antara 28% – 39% menunjukkan tiram sedang membentuk pertahanan tubuh dalam jumlah banyak.

Persentase sel granulosit terendah diperoleh pada ketinggian air 0 cm yaitu 28% dan secara berturut-turut mengalami peningkatan pada ketinggian air 35 cm dan 70 cm yaitu 35% dan 39%. Peningkatan sel granulosit menunjukkan tiram sedang membentuk pertahanan tubuh terhadap perubahan fisik seperti ketinggian air atau pasang surut. Menurut Arifuddin *et al.*, (2004), peningkatan sel-sel granular dalam hemosit merupakan salah satu parameter peningkatan status kesehatan atau ketahanan tubuh tiram yang tentunya tidak lepas dari peran dan fungsi dari jenis sel lain dalam hemosit. Granulosit merupakan sel fagositik utama pada tiram. Sama halnya dengan Choi *et al.*, (2011), granulosit memiliki aktifitas fagositosis yang lebih baik dibandingkan dengan hyalinosit. Ekawati *et al.*, (2012) menambahkan fungsi sel granular lebih pada proses menghasilkan enzim phenoloksidase yang memiliki peranan penting dalam sistem pertahanan non spesifik. Granula pada sel granular hemosit terdiri dari propenoloksidase dan dalam aktivasi prophenoloksidase (proPO) akan membebaskan suatu enzim dari sel granular. Arifuddin *et al.*, (2004), kemampuan sel granular untuk melakukan aktifitas fagositosis dan terlibat dalam sistem proPO akan memberikan proteksi ganda terhadap patogen yang tentunya akan lebih meningkatkan status kesehatan.

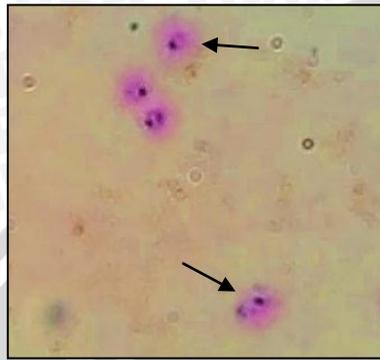
Persentase sel granulosit tertinggi diperoleh pada ketinggian air 70 cm dikarenakan tekanan yang diterima tiram pada ketinggian air 70 cm lebih besar dibandingkan tekanan yang diterima tiram pada ketinggian air 35 cm dan 0 cm. Peningkatan sel granulosit menunjukkan pada tiram terjadi peningkatan dalam kemampuan memfagositosis benda asing. Sesuai Ittoop *et al.*, (2005), sel granulosit adalah fagositosis yang lebih aktif jika dibandingkan dengan jenis sel lain, dan terkait rendahnya sel granulosit pada ketinggian air 0 cm, penelitian Pampanin *et al.*, (2002) dan Monari *et al.*, (2007) menunjukkan terjadi penurunan

aktifitas fagositosis secara signifikan pada *Chameela gallina* yang terpapar udara (ketinggian air 0 cm) sejak hari pertama. Selanjutnya penelitian Naf'an (2009) dengan paparan udara atau *aerial exposure* pada tiram (*Saccostrea cucullata*) menunjukkan persentase granulosit pada hari 0 adalah $42 \pm 9\%$ dan secara signifikan turun menjadi $33 \pm 11\%$, kemudian $17 \pm 5\%$ setelah terpapar udara selama 3 hari dan 6 hari.

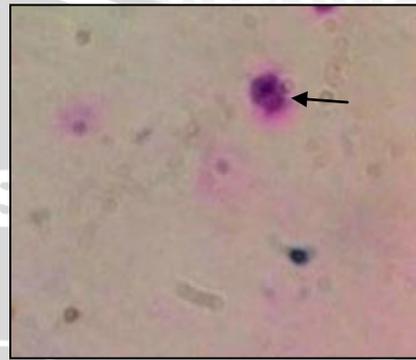
Persentase sel granulosit pada tiap ketinggian air menunjukkan adanya perbedaan dimana persentase sel granulosit mengalami peningkatan dengan bertambahnya ketinggian air. Akan tetapi dilihat dari hasil secara statistik menggunakan analisis keragaman atau ANOVA menunjukkan tidak terjadi perbedaan secara nyata karena $F \text{ hitung} < F \text{ tabel } 5\%$ yaitu $1,60 < 5,14$ sehingga dapat dikatakan bahwa ketinggian air tidak berpengaruh secara nyata terhadap sel granulosit tiram (*C. iredalei*). Hal tersebut dikarenakan tiram sudah beradaptasi dengan perubahan ketinggian air akibat pasang surut di habitat alaminya. Hasil analisis data sel granulosit menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Lampiran 8.

Hasil pengamatan DHC menunjukkan sel hyalinosit mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya ketinggian air, sedangkan sel granulosit mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya ketinggian air. Namun sel hyalinosit memiliki persentase yang lebih tinggi dibandingkan sel granulosit. Hal ini menunjukkan tiram lebih banyak melakukan pengenalan terhadap benda asing dari perairan Desa Campurejo. Menurut Ekawati *et al.*, (2012), sel hyalinosit adalah sel yang berperan pertama ketika terjadi serangan pada tubuh organisme.

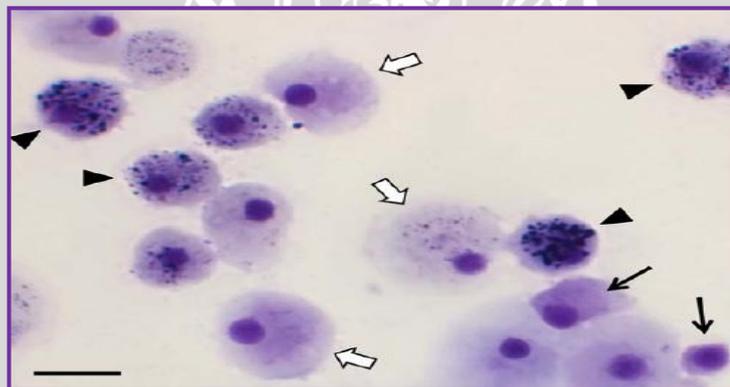
Hasil pengamatan *Differential Haemocyte Count* (DHC) pada tiram (*C. iredale*) dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 100X dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 14. Penelitian Rebelo *et al.*, (2013) terkait DHC pada tiram *C. rhizophorae* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 13. Sel hyalinosit



Gambar 14. Sel granulosit



Gambar 15. Pengamatan DHC pada *C. rhizophorae* di bawah mikroskop cahaya perbesaran 10 µm (Rebelo *et al.*, 2013)
 ⇨ = hyalinosit; → = hemoblast-like; ► = granulosit

Pengamatan *Differential Haemocyte Count* (DHC) selama penelitian menunjukkan sel hyalinosit memiliki nukleus dengan sitoplasma tanpa granul, sedangkan sel granulosit memiliki nukleus dengan sitoplasma bergranul. Menurut Manoppo dan Kolopita (2014), sel hyalin merupakan tipe sel yang paling kecil dengan ratio nukleus sitoplasma tinggi dan tanpa atau hanya sedikit granula sitoplasma, sedangkan sel granular merupakan tipe sel paling besar dengan nukleus yang lebih kecil dan terbungkus dengan granula.

4.5 Analisis Kualitas Air

Kualitas air menjadi salah satu faktor pendukung kehidupan tiram. Kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika yaitu suhu, dan parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH), salinitas, oksigen terlarut (DO) dan bahan organik total (TOM). Hasil pengukuran kualitas air parameter fisika dan kimia pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan foto selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 10. Kisaran nilai hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengukuran kualitas air

Kualitas Air	Hasil Pengamatan	Standar
Suhu (°C)	25 – 31	20 – 32 (Affan, 2011)
pH	8 – 8,5	7,8 – 8,6 (Asriyanti, 2012)
Salinitas (ppt)	34 – 36	30 – 35 (Affan, 2011)
Oksigen Terlarut (mg/l)	5,4 – 7,84	> 4 (Asriyanti, 2012)
Bahan Organik Total (mg/l)	18,33 – 48,03	38,85 – 78,44 (Komala <i>et al.</i> , 2011)

4.5.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan dan distribusi benthos seperti bivalvia (Asriyanti, 2012). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai suhu pada lokasi pengambilan tiram adalah 31°C, sedangkan nilai suhu yang diperoleh selama perlakuan berkisar antara 25°C – 26°C. Suhu pada lokasi pengambilan tiram lebih tinggi bila dibandingkan suhu perlakuan karena waktu pengukuran dilakukan pada pukul 09.00 WIB dengan cuaca cerah dan kondisi lapang, sedangkan perlakuan dilakukan dalam laboratorium. Menurut Asmara (2005) tingginya nilai suhu berkaitan dengan besarnya intensitas cahaya yang

masuk ke perairan, sebab intensitas cahaya yang masuk akan menentukan derajat panas.

Suhu yang diperoleh selama penelitian dapat dikatakan baik untuk kehidupan tiram yaitu berkisar antara 25°C – 31°C. Sesuai Asriyanti (2012), suhu yang baik untuk kelangsungan hidup tiram berkisar 25 – 30°C. Suhu air pada kisaran 27 – 31°C juga dianggap cukup layak untuk kehidupan tiram. Affan (2011) menambahkan, suhu optimum untuk tiram berkisar 20 – 32°C. Rakhmanda (2011) juga menyatakan bahwa siklus suhu untuk kehidupan organisme perairan berkisar 26°C – 31°C. Menurut Gagnaire *et al.*, (2006), tiram sering dijumpai dalam kondisi ekstrim sehingga tiram mungkin telah menjadi toleran terhadap pengaruh suhu tinggi. Selain itu, tiram merupakan *thermo conformer* dan hemosit tiram dapat beradaptasi dengan suhu yang tinggi.

4.5.2 Parameter Kimia

a. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH merupakan salah satu indikator baik buruknya lingkungan perairan dan menjadi salah satu faktor pembatas bagi kehidupan komunitas bivalvia (Supriyadi, 2002). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai pH pada lokasi pengambilan tiram adalah 8,5, sedangkan nilai pH selama perlakuan adalah 8 atau dapat dikatakan bahwa pH selama penelitian cenderung bersifat basa. Hal ini sesuai Effendi (2003), bahwa pH dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu pH = 7 (netral), $7 < \text{pH} < 14$ (alkalis/basa), $0 < \text{pH} < 7$ (asam).

Nilai pH yang diperoleh selama penelitian dapat dikatakan baik untuk kehidupan tiram yaitu berkisar antara 8 – 8,5. Menurut Asriyanti (2012), derajat keasaman air yang layak untuk kehidupan tiram berkisar 7,8 – 8,6. Riniatsih dan Widianingsih (2007) menambahkan bahwa nilai pH > 5 dan < 9 merupakan kondisi yang optimal bagi kelangsungan hidup tiram. Hal ini didukung Wijayanti

(2007) yang menyatakan bahwa nilai pH < 5 dan > 9 menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi kebanyakan organisme makrobenthos.

b. Salinitas

Salinitas merupakan konsentrasi ion-ion terlarut dalam perairan yang dinyatakan dalam satuan permil ($^{\circ}/_{00}$) atau ppt (*part per thousand*) atau g/l (Kordi, 2004). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai salinitas pada lokasi pengambilan tiram adalah 36 ppt, sedangkan nilai salinitas yang diperoleh selama perlakuan adalah 34 ppt atau dapat dikatakan sebagai perairan laut. Sesuai Effendi (2003), nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5‰, perairan payau antara 0,5‰ – 30‰, dan perairan laut 30‰ – 40‰.

Nilai salinitas pada lokasi pengambilan tiram lebih tinggi bila dibandingkan pada perlakuan karena waktu pengukuran dilakukan pada pukul 09.00 WIB dengan cuaca cerah dan kondisi lapang. Tingginya nilai salinitas didukung oleh tingginya nilai suhu yang diperoleh saat pengukuran dimana semakin tinggi nilai suhu maka semakin tinggi pula salinitas suatu perairan.

Nilai salinitas yang diperoleh selama penelitian masih dalam batas toleransi tiram yaitu berkisar antara 34 ppt – 36 ppt. Menurut Affan (2011), salinitas optimal untuk kehidupan bivalvia berkisar antara 30 – 35 ppt. Rachmawati *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa proses metabolisme yang berhubungan dengan salinitas media adalah aktivitas osmoregulasi. Pada salinitas diluar kisaran optimalnya aktivitas osmoregulasi meningkat sehingga jumlah energi yang dibutuhkan juga meningkat dan mengakibatkan energi yang akan digunakan untuk pertumbuhan menurun. Terkait dengan hemosit pada tiram, Gagnaire *et al.*, (2006) menyatakan bahwa variasi salinitas mengurangi aktivitas hemosit *C. virginica* pada penelitian yang lain. Namun, hemosit tiram

dapat mensintesis protein akibat kejut osmotik sehingga melindungi diri dari variasi salinitas yang akut.

c. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut atau DO (*dissolved oxygen*) merupakan kebutuhan dasar bagi organisme akuatik termasuk bentos, karena digunakan untuk respirasi (Asriyanti, 2012). Nilai oksigen terlarut yang diperoleh pada lokasi pengambilan tiram adalah 6,35 mg/l, sedangkan nilai oksigen terlarut yang diperoleh selama perlakuan berkisar antara 5,4 mg/l – 7,84 mg/l.

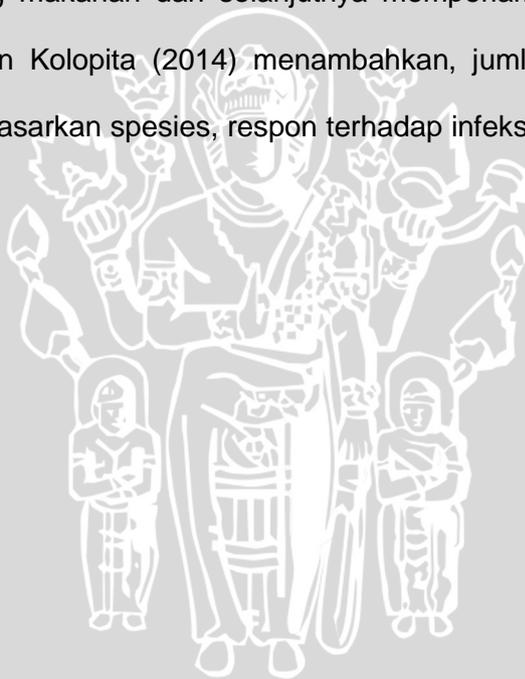
Nilai oksigen terlarut yang diperoleh selama penelitian masih dalam batas toleransi tiram yaitu berkisar antara 5,4 mg/l – 7,84 mg/l. Menurut Asriyanti (2012), kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 4 mg/l. Octavina *et al.*, (2014) menambahkan bahwa tiram masih mampu bertahan hidup selama 5 hari dalam perairan yang mengandung >1 mg/l oksigen terlarut. Sesuai Affan (2011), jika untuk sekedar hidup diperlukan oksigen 1 mg/l, namun untuk dapat tumbuh dan berkembang minimal 3 mg/l dan terkait dengan oksigen pada ketinggian air 0 cm, Naf'an (2009) menyatakan dalam kondisi *aerial exposure* atau paparan udara, THC tiram (*Saccrostrea cucullata*) turun menjadi rendah.

d. Bahan Organik Total

TOM menggambarkan kandungan bahan organik total dalam suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid (Hamsiah *et al.*, 2002). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai bahan organik total pada lokasi pengambilan tiram adalah 48,03 mg/l, sedangkan nilai bahan organik total yang diperoleh selama perlakuan berkisar antara 18,33 mg/l – 29,49 mg/l. Nilai bahan organik total pada lokasi pengambilan tiram lebih tinggi karena

adanya aktifitas manusia di sekitar perairan tersebut seperti pemukiman, pasar dan PPI (Pangkalan Pendaratan Ikan).

Nilai bahan organik total yang diperoleh selama penelitian masih dalam batas toleransi tiram yaitu berkisar antara 18,33 mg/l – 48,03 mg/l. Menurut Komala *et al.*, (2011), kisaran bahan organik total di perairan untuk bivalvia berkisar 38,85 mg/l – 78,44 mg/l. Menurut Zahidin (2008), bahan organik dapat dijadikan cadangan makanan bagi organisme perairan, terutama bagi organisme yang hidup di dasar perairan dan terkait dengan tekanan air, Bin Idris (2006) menyatakan bahwa tekanan yang tinggi akan mengurangi efisiensi insang dan sifon untuk menyaring makanan dan selanjutnya memperlambat pertumbuhan bivalvia. Manoppo dan Kolopita (2014) menambahkan, jumlah hemosit dapat sangat bervariasi berdasarkan spesies, respon terhadap infeksi, stres lingkungan dan nutrisi.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Nilai THC dan DHC pada tiap ketinggian air menunjukkan adanya perbedaan. THC tiram sebelum direndam diperoleh $38,2 \times 10^4$ sel/ml, sedangkan THC tiram setelah diberi perlakuan perendaman lebih rendah namun mengalami peningkatan dengan bertambahnya ketinggian air setelah direndam selama 12 jam. THC tiram yang tanpa direndam (ketinggian air 0 cm) diperoleh $10,4 \times 10^4$ sel/ml, pada tiram yang direndam dalam air dengan ketinggian 35 cm diperoleh THC sebanyak $13,4 \times 10^4$ sel/ml dan pada perendaman 70 cm diperoleh THC sebesar $17,6 \times 10^4$ sel/ml. Nilai DHC yaitu persentase sel hyalinosit dan sel granulosit tiram sebelum direndam adalah 52% dan 48%, sedangkan sel hyalinosit tiram setelah direndam pada ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm diperoleh 72%, 65% dan 61%. Jumlah sel granulosit untuk ketinggian air 0 cm, 35 cm dan 70 cm adalah 28%, 35% dan 39%.

Hasil secara statistik menunjukkan ketinggian air tidak berpengaruh nyata terhadap kadar hemosit tiram dikarenakan tiram sudah beradaptasi dengan perubahan ketinggian air akibat pasang surut di habitat alaminya. Namun pemberian tekanan air pada tiram terbukti dapat meningkatkan kadar hemositnya. Perlakuan dengan ketinggian air 70 cm menghasilkan granulosit tiram yang terbanyak. Hal ini menunjukkan pada tiram terjadi peningkatan dalam kemampuan memfagositosis benda asing.

5.2 Saran

Disarankan untuk dilakukan perendaman pada tiram yang diduga berasal dari perairan yang tercemar dengan air yang tidak tercemar sebelum tiram tersebut dikonsumsi untuk mengurangi kadar benda asing dalam tubuh tiram.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, N., Aunurohim, A.W. Indarto. 2010. Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Surabaya dan Madura. FMIPA. ITS. Surabaya.
- Affan, J.M. 2011. Seleksi Lokasi Pengembangan Budidaya dalam Keramba Jaring Apung (KJA) Berdasarkan Faktor Lingkungan dan Kualitas Air di Perairan Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Sains MIPA*. 17 (3): 99 – 106.
- Aladaileh, S., S.V. Nair, D. Birch, D.A. Raftos. 2007. Sidney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) hemocytes: Morphology and function. *Journal of Invertebrate Pathology*. 96: 48 – 63.
- Allam, B., K.A. Ashton-Alcox, S.E. Ford. 2002. Flow cytometric comparison of haemocytes from three species of bivalve molluscs. *Fish & Shellfish Immunology*. 13 (1): 141 – 158.
- Almeida, E.A. de dan A.C.D. Bainy. 2006. Effects of aerial exposure on antioxidant defenses in the brown mussel *Perna perna*. *Brazilian Archives of Biology And Technology*. 49 (2): 225 – 229.
- Arfiati, D. 2003. Biologi Tiram. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya. Malang. Tidak Diterbitkan.
- Arifuddin, Sukenda, D. Dana. 2004. Pengaruh Bahan Aktif Hidrokuinon dari Buah *Sonneratia caseolaris* Terhadap Parameter Hemolimph Udang Windu, *Penaeus monodon* Fab., yang Diinfeksi secara Buatan dengan *Vibrio harveyi*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 3 (1): 23 – 28.
- Asmara, A. 2005. Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika-Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- 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.
- Barus, T.A. 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Beatrice, B., S. Patrick, F. Nicole, K. Nolwenn, L.M. Olivier, R. Tristan. 2007. Analysis of hemocyte parameters in Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, reared in the field – Comparison of hatchery diploids and diploids from natural beds. *Aquaculture*. 264 (1-4): 449 – 456.
- Bijanti, R. 2005. Hematologi Ikan: Teknik Pengambilan Darah dan Pemeriksaan Hematologi Ikan. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. 31 Hal.
- Bin Idris, I. 2006. Pengaruh Faktor-Faktor Persekitaran Terhadap Pertumbuhan dan Kemandirian Tiram Komersil, *Crassostrea iredalei* (Faustino) di

Kawasan Penternakan Tiram di KG. Telaga Nenas, Perak. Tesis. Universiti Sains Malaysia.

- Brown, A. dan S. Thatje. 2014. Explaining bathymetric diversity patterns in marine benthic invertebrates and demersal fishes: physiological contributions to adaptation of life at depth. *Biology Reviews*. 89: 406 – 426.
- Brown, A. dan S. Thatje. 2015. The effects of changing climate on faunal depth distributions determine winners and losers. *Global Change Biology*. 21: 173 – 180.
- Cappenberg, H.A.W. 2008. Beberapa aspek biologi Kerang Hijau *Perna viridis* Linnaeus 1758. *Oseana*. 33 (1): 33 – 40.
- Cappenberg, H.A.W., A. Aziz, I. Aswandy. 2006. Komunitas Moluska di Perairan Teluk Gilimanuk, Bali Barat. *Oceanologi dan Limnologi*. 40: 53 – 64.
- Chamidi, M.M. 2012. Konflik dan Resolusi Konflik Nelayan di Desa Campurejo Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- 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, M.A. Park. 2011. Non-specific defensive factors of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* against infection with *Marteilioides chungmuensis*: A Flow-Cytometric Study. *Korean Journal Parasitol*. 49 (3): 229 – 234.
- Christo, S.W., T.M. Absher, G. Boehs. 2010. Morphology of the larval shell of three oyster species of the genus *Crassostrea* Sacco, 1897 (Bivalvia: Ostreidae). *Brazil Journal Biology*. 70 (3): 645 – 650.
- Comesana, P., S.M. Casas, A. Cao, E. Abollo, I. Arzul, B. Morga, A. Villalba. 2012. Comparison of haemocytic parameters among flat oyster *Ostrea edulis* stocks with different susceptibility to bonamiosis and the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 109 (3): 274 – 286.
- da Silva, P.M., P. Comesana, J. Fuentes, A. Villalba. 2008. Variability of haemocyte and haemolymph parameters in European flat oyster *Ostrea edulis* families obtained from brood stocks of different geographical origins and relation with infection by the protozoan *Bonamia ostreae*. *Fish & Shellfish Immunology*. 24 (1): 551 – 563.
- Dane, F.C. 2000. *Research Methods*. Cole Publishing Company. California. USA.
- Delaporte, M., P. Soudant, J. Moal, C. Lambert, C. Quere, P. Miner, G. Choquet, C. Paillard, J-F. Samain. 2003. Effect of a mono-specific algal diet on immune functions in two bivalve species – *Crassostrea gigas* and *Ruditapes philippinarum*. *Journal of Experimental Biology*. 206 (1): 3053-3064.
- Deming, W.E. 2000. *Sample Design in Business Research*. John Wiley & Sons. New York. USA.

- Dharmastiti, R. dan D. Harisa. 2010. Pengaruh kedalaman air terhadap *short term memory* dan konsumsi energi pada penyelam. *Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro*. 5 (2): 135 – 142.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.
- Ekawati, A.W., H. Nursyam, E. Widjayanto, Marsoedi. 2012. Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam Formula Pakan Meningkatkan Respon Imun Seluler Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). *Journal Exp. Life Science*. 2 (1): 20 – 28.
- Ermawati, E., M. Sudarmi, D. Noviandini. 2014. Pembuatan komik tentang tekanan hidrostatis sebagai media pembelajaran fisika. *Radiasi*. 4 (1): 1 – 8.
- Febriani, D., Sukenda, S. Nuryati. 2013. Kappa-Karragenan sebagai Immunostimulan untuk Pengendalian Penyakit *infectious myonecrosis* (IMN) pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 12 (1): 77 – 85.
- Gagnaire, B., H. Frouin, K. Moreau, H. Thomas-Guyon, T. Renault. 2006. Effect of temperature and salinity on haemocyte activities of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Fish & Shellfish Immunology*. 20 (4): 536 – 547.
- Galtsoff, P.S. 1964. The American Oyster (*Crassostrea virginica*). Fishery Bulletin of The Fish and Wildlife Service. Vol 64: 489 p.
- Hamsiah, D. Djokosetiyanto, E.M. Adiwilaga, K. Nirmala. 2002. Peranan Keong Bakau, *Telescopium telescopium* L., Sebagai Biofilter Dalam Pengelolaan Limbah Budidaya Tambak Udang Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 1 (2): 57 – 63.
- Hanafiah, K.A. 2008. *Rancangan Teori dan Aplikasi*, Edisi Ketiga. PT. Raja Grafindo Persada: Jakarta.
- Hariyadi, S., I.N.N. Supriyadiputra, B. Widigodo. 1992. *Limnologi*. Institut Pertanian Bogor. Fakultas Perikanan.
- Hurtado, M.A., P.M. da Silva, N.L. Goic, E. Palacios, P. Soudant. 2011. Effect of acclimatization on hemocyte functional characteristics of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and carpet shell clam (*Ruditapes decussatus*). *Fish & Shellfish Immunology*. 31 (1): 978 – 984.
- Islami, M.M. 2012. Beberapa aspek bio-ekologi moluska terkait kondisi pasang surut. *Fauna Indonesia*. 11 (1): 37 – 43.
- Itami, T. 1994. Body defence system of Penaeid. Seminar on fish physiology and prevention of epizootic. *Department of aquaculture and biology. Shimonoseki University of Fisheries, Japan*. 7 (1): 59 – 65.
- Ittoop, G., K.C. George, R.M. George, K.S. Sobhana, N.K. Sanil, P.C. Nisha. 2005. Effect of salinity on the hemocyte profile and phagocytosis in the Indian edible oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston). *J. mar. biol. Ass. India*. 47 (1): 31 – 35.

- Izwandy. 2006. Pengaruh Faktor-Faktor Persekitaran terhadap Pertumbuhan dan Kemandirian Tiram Komersil, (*Crassostrea iredalei* Faustino 1932) di Kawasan Penternakan Tiram di Kg. Telaga Nenas, Perak. Tesis. Universitas Sains Malaysia.
- Juwitanti, E., C. Ain, P. Soedarsono. 2013. Kandungan nitrat dan fosfat air pada proses pembusukan eceng gondok (*Eichhornia* sp.). *Diponegoro Journal of Maquares*. 2 (4): 46 – 52.
- Kharisma, D., C. Adhi S., R. Azizah T.N. 2012. Kajian ekologis Bivalvia di Perairan Semarang bagian Timur pada Bulan Maret-April 2012. *Journal Of Marine Research*. 1 (2): 216 – 225.
- Komala, R., F. Yulianda, D.T.F. Lumbanbatu, I. Setyobudiandi. 2011. Indeks kondisi kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai indikator kualitas lingkungan di Teluk Lada Perairan Selat Sunda. *Bioma*. 9 (2): 1 – 5.
- Kordi, K. dan A.B. Tancung. 2005. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. PT. Rhineka Cipta: Jakarta.
- Kordi, M.G.H. 2004. *Penanggulangan Hama dan Penyakitnya*. PT Rineka Cipta: Jakarta.
- Kurniawan, H. 2012. Analisis Respon Imun Seluler Hemolymph Kijing Taiwan (*Anadonta woodiana* Lea) Terhadap Pestisida Karbaril pada Uji Toksisitas (Ld_{50} - 48h) dengan Dosis yang Berbeda secara *In vivo*. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Laboratorium Hidrobiologi. Sterilisasi Air Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan. Total Haemocyte Count (THC) dan Differential Haemocyte Count (DHC). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Mahida, U.N. 1992. *Pencemaran Air*. CV Rajawali: Jakarta.
- Malhotra, N.K. 2006. *Marketing Research*. London: Prentice Hall. International, Inc.
- Manoppo, H. dan M.E.F. Kolopita. 2014. Respon Imun Krustase (*Crustacean immune response*). *Review Artikel*. 2 (2): 22 – 26.
- Maryani, D. Dana, Sukenda. 2002. Peranan Ekstrak Kelopak Dan Buah Mangrove *Sonneratia Caseolaris* (L) Terhadap Infeksi Bakteri *Vibrio harveyi* pada Udang Windu (*Penaeus monodon* FAB.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 1 (3): 129 – 138.
- Matozzo, V., M. Monari, J. Foschi, T. Papi, O. Cattani, M.G. Marin. 2005. Exposure to anoxia of the clam *Chamelea gallina* L. Effect on immune responses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 325: 163 – 174.
- Mestre, N.C., S. Thatje, P.A. Tyler. 2009. The ocean is not deep enough: pressure tolerances during early ontogeny of the blue mussel *Mytilus edulis*. *Proceedings of The Royal Society B*. 276 (1): 717 – 726.

- Monari, M., V. Matozzo, J. Foschi, O. Cattani, G.P. Serrazanetti, M.G. Marin. 2007. Effect of high temperatures on functional response of hemocytes in the clam *Chamelea gallina*. *Fish and Shellfish Immunology*. 22: 98 – 114.
- Mufarika. 2015. Pengaruh ketinggian media air laut terhadap THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) hemosit tiram *Crassostrea cucullata* pada bak-bak percobaan. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.
- Musrifin. 2011. Analisis Pasang Surut Perairan Muara Sungai Masjid Dumai. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 16 (1): 48 – 55.
- Musthapha, I. 2001. Studi Biologi Reproduksi Kerang Hijau (*Perna viridis L.*) Hubungan Panjang Berat serta Tingkat Kematangan Gonad. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Naf'an, W. 2009. Immunomodulation of rock oyster (*Saccostrea cucullata*) hemocytes in relation to aerial exposure and salinity stress. *Thesis*. Brawijaya University, Indonesia collaboration with Burapha University, Thailand.
- Nasution, S. 2009. Biomassa Kerang *Anadara granosa* pada Perairan Pantai Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Natur Indonesia*. 12 (1): 61 – 66.
- Nontji. 2002. *Laut Nusantara*. Cetakan Ketiga. Djambatan: Jakarta.
- Octavina, C., F. Yulianda, M. Krisanti. 2014. Struktur Komunitas Tiram Daging di Perairan Estuaria Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Depik*. 3 (2): 108 – 117.
- Pampanin, M.D., L. Ballarin, L. Carotenuto, M.G. Marin. 2002. Air exposure and functionality of *Chamelea gallina* haemocytes: effect on hematocrit, adhesion, phagocytosis and enzyme contents. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 131 (a): 605 – 614.
- Parenrengi, A., Syaifuddin T., Sri L. 1998. Studi jenis dan kelimpahan plankton pada berbagai kedalaman dan hubungannya dengan komposisi makanan Tiram Mabe (*Pteria pinguin*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* (4:4). Balai Penelitian Perikanan Pantai Maros: Watampone.
- Pemerintah Kabupaten Gresik. 2014. Kabupaten Gresik Jawa Timur. [Http://gresikkab.go.id/profil/geografi](http://gresikkab.go.id/profil/geografi). Diakses pada tanggal 29 April 2015.
- Purbomatono, C. dan A. Husin. 2014. Pemberian Ekstrak Rumput Laut untuk Meningkatkan Imunitas Udang. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian LPPM UMP*. p. 14 – 19.
- Putri, F.M., Sarjito, Suminto. 2013. Pengaruh Penambahan *Spirulina* sp. dalam Pakan Buatan Terhadap Jumlah Total Hemosit dan Aktivitas Fagositosis Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2 (1): 102 – 112.

- Quayle, D.B. dan G.F. Newkirk. 1989. Farming Bivalve Molluscs. Methods for Study and Development. World Aquaculture Society and International Development Research Centre, Canada. p. 109 – 121.
- Rachmawati, D., J. Hutabarat, S. Anggoro. 2012. Pengaruh Salinitas Media Berbeda Terhadap Pertumbuhan Keong Macan (*Babylonia spirata* L.) Pada Proses Domestikasi. *Ilmu Kelautan*. 17 (3): 141 – 147.
- Rakhmanda, A. 2011. Estimasi populasi gastropoda di Sungai Tambak Bayan Yogyakarta. *Jurnal Ekologi Perairan*. (1) : 1 – 7.
- Rebelo, M. de F., E. de S. Figueiredo., R.M. Mariante, A. Nobrega, C.M. Barros, S. Allodi. 2013. New insights from the oyster *Crassostrea rhizophorae* on bivalve circulating hemocytes. *Plos one*. 8 (2): 1 – 6.
- Riniatsih, I. dan Widianingsih. 2007. Kelimpahan dan pola sebaran kerang-kerangan (Bivalve) di ekosistem padang lamun, Perairan Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 12 (1): 53 – 58.
- Sangadji, E.M. dan Sopiah. 2010. *Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dalam Penelitian*. Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- Satria, M., A. Zulfikar, L.W. Zen. 2014. Keanekaragaman dan Distribusi Gastropoda di Perairan Desa Berakit Kabupaten Bintan. FIKP UMRH.
- Setyono, D.E.D. 2006. Karakteristik biologi dan produk kekerangan laut. *Oseana*. 31 (1): 1 – 7.
- Smith, J. 2012. Anatomi bivalvia. [Http://mylittlenotesofatikahayu.blogspot.com/2012/06/mollusca](http://mylittlenotesofatikahayu.blogspot.com/2012/06/mollusca). Diakses pada tanggal 5 November 2014.
- Sukardi. 2003. *Metodologi Penelitian Pendidikan (Kompetensi dan Praktiknya)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suprpto. 2011. Metode Analisis Parameter Kualitas Air untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Supriyadi, D.S. 2002. Kondisi Perairan Muara Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Muara Bengawan Solo Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Skripsi*. Program Studi Ilmu Teknologi dan Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Syazili, A. 2011. Biologi Tiram. [Http://www.bumi-ilmu.htm.wordpress.com](http://www.bumi-ilmu.htm.wordpress.com). Diakses pada tanggal 5 Maret 2015.
- Van de Braak, K. 1996. Cellular and Humoral Characteristics of *Penaeus monodon* (Fabricus, 1978) Haemolymph. *Comparative Haematology International*. 6: 194 – 203.
- Wijayanti, H.M. 2007. Kajian Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wikipedia. 2013. Panceng, Gresik. [Http://id.wikipedia.org/wiki/Panceng,_Gresik](http://id.wikipedia.org/wiki/Panceng,_Gresik). Diakses pada tanggal 29 April 2015.

Willson, L.L. dan L.E. Burnett. 2000. Whole animal and gill tissue oxygen uptake in the Eastern oyster, *Crassostrea virginica*: Effects of hypoxia, hypercapnia, air exposure, and infection with the protozoan parasite *Perkinsus marinus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 246 (1): 223 – 240.

Winter, R. dan W. Dzwolak. 2005. Exploring the temperature-pressure configurational landscape of biomolecules: from lipid membranes to proteins. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 363: 537 – 562.

Wong, W.H. dan S.G. Cheung. 2001. Feeding rhythms of the green-lipped mussel, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Mytilidae) during spring and neap tidal cycles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 257 (1): 13 – 36.

Wulandari, E., 2010. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Karakteristik Haemocyte Tiram (*Saccostrea Glomerata*) dari Perairan Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi Trenggalek, Jawa Timur. Tesis. Universitas Brawijaya. Malang.

Yuniarti, N. 2012. Keanekaragaman dan distribusi bivalvia dan gastropoda (moluska) di Pesisir Glayem Juntinyuat, Indramayu, Jawa Barat. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.

Zahidin, M. 2008. Kajian Kualitas Air di Muara Sungai Pekalongan Ditinjau dari Indeks Keanekaragaman Makrobenthos dan Indeks Saprobitas Plankton. *Tesis*. Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro, Semarang.

Zipcodezoo. 2014. *Crassostrea iredalei*. [Http://www.zipcodezoo.com/Animals/C/Crassostrea_iredalei](http://www.zipcodezoo.com/Animals/C/Crassostrea_iredalei). Diakses pada tanggal 5 November 2014.

Lampiran 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian

No.		Alat	Bahan
1.	Pengambilan sampel tiram	- <i>Battle</i> kecil - Coolbox - Kamera	- Tiram (<i>C. iredalei</i>) - Kertas label
2.	Pengambilan sampel darah tiram	- Spuit 1 ml - Eppendorf - Coolbox	- Tiram (<i>C. iredalei</i>) - Tissue - Kertas label
3.	<i>Total Haemocyte Count</i> (THC)	- Spuit 1 ml - Syringe 1 ml - Eppendorf - Haemocytometer - Cover glass - Mikroskop	- Hemosit tiram - Triphan Blue - Na-citrate
4.	<i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC)	- Object glass - Cover glass - Pipet tetes - Mikroskop	- Hemosit tiram - Ethanol - Larutan giemsa
5.	Pengukuran suhu	- Thermometer Hg - Stopwatch	- Air laut - Tali - Tissue
6.	Pengukuran pH	- Kotak standart pH - Stopwatch	- Air laut - pH paper
7.	Pengukuran salinitas	- Refraktometer - Pipet tetes	- Air laut - Tissue - Aquadest
8.	Pengukuran DO	- Botol DO 250 ml - Pipet tetes - Buret - Statif - Corong	- Air laut - MnSO ₄ - NaOH+KI - H ₂ SO ₄ - Amilum - Na ₂ S ₂ O ₃ 0,025 N - Kertas label

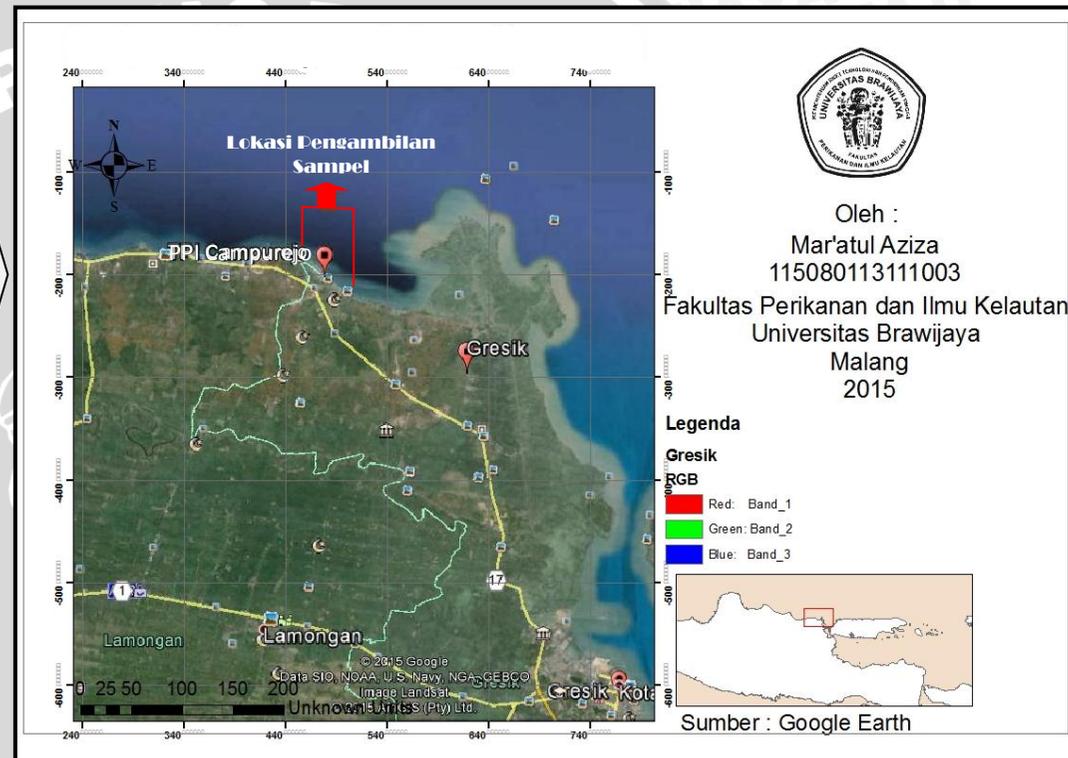
No.		Alat	Bahan
9.	Pengukuran TOM	<ul style="list-style-type: none">- Botol plastik- Gelas ukur 50 ml- Erlenmeyer 50 ml- Buret- Statif- Thermometer Hg- Hot plate- Pipet volum 10 ml- Pipet tetes	<ul style="list-style-type: none">- Air laut- KMnO_4 0,01 N- H_2SO_4- Na-Oxalate 0,01 N- Aquadest- Tissue- Kertas label



Lampiran 3. Peta Lokasi Pengambilan Sampel



Sumber: Google earth



Oleh :
Mar'atul Aziza
115080113111003
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya
Malang
2015

Lampiran 4. Perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC)

$$\text{THC (sel/ml)} = \frac{\text{Jumlah sel yang dihitung}}{\text{Jumlah bidang pandang}} \times 10^4 \times \text{faktor pengencer}$$

Tabel Hasil Perhitungan *Total Haemocyte Count* (THC)

Perlakuan	Ulangan	Jumlah sel yang dihitung	Hasil THC (sel/ml)	Rata-rata
Kontrol	A	77	$\frac{77}{5} \times 3 \times 10^4 = 46,2 \times 10^4$	38,2 $\times 10^4$
	B	55	$\frac{55}{5} \times 3 \times 10^4 = 33 \times 10^4$	
	C	59	$\frac{59}{5} \times 3 \times 10^4 = 35,4 \times 10^4$	
0 cm	A	13	$\frac{13}{5} \times 3 \times 10^4 = 7,8 \times 10^4$	10,4 $\times 10^4$
	B	20	$\frac{20}{5} \times 3 \times 10^4 = 12 \times 10^4$	
	C	19	$\frac{19}{5} \times 3 \times 10^4 = 11,4 \times 10^4$	
35 cm	A	21	$\frac{21}{5} \times 3 \times 10^4 = 12,6 \times 10^4$	13,4 $\times 10^4$
	B	24	$\frac{24}{5} \times 3 \times 10^4 = 14,4 \times 10^4$	
	C	22	$\frac{22}{5} \times 3 \times 10^4 = 13,2 \times 10^4$	
70 cm	A	35	$\frac{35}{5} \times 3 \times 10^4 = 21 \times 10^4$	17,6 $\times 10^4$
	B	32	$\frac{32}{5} \times 3 \times 10^4 = 19,2 \times 10^4$	
	C	21	$\frac{21}{5} \times 3 \times 10^4 = 12,6 \times 10^4$	

Lampiran 5. Analisis Data *Total Haemocyte Count* (THC) menggunakan ANOVA

Tabel Hasil *Total Haemocyte Count* (THC)

Ketinggian	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 cm	$7,8 \times 10^4$	12×10^4	$11,4 \times 10^4$	$31,2 \times 10^4$	$10,4 \times 10^4$
35 cm	$12,6 \times 10^4$	$14,4 \times 10^4$	$13,2 \times 10^4$	$40,2 \times 10^4$	$13,4 \times 10^4$
70 cm	21×10^4	$19,2 \times 10^4$	$12,6 \times 10^4$	$52,8 \times 10^4$	$17,6 \times 10^4$
Total	$41,4 \times 10^4$	$45,6 \times 10^4$	$37,2 \times 10^4$	$124,2 \times 10^4$	

Tabel Hasil Log THC

Ketinggian	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 cm	4,89	5,08	5,06	15,03	5,01
35 cm	5,10	5,16	5,12	15,38	5,13
70 cm	5,32	5,28	5,10	15,71	5,24
Total	15,31	15,52	15,28	46,11	

▪ Perhitungan ANOVA

- Faktor Koreksi (FK) = $Y^2 / (r.t) = 46,11^2 / 3 \times 3 = 2126,44 / 9 = 236,27$
- Jumlah Kuadrat Total (JKT) = $Y_{ij}^2 - FK = 236,39 - 236,27 = 0,13$
- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) = $Y_i^2 / r - FK = 709,04 / 3 - 236,27 = 236,35 - 236,27 = 0,08$
- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) = $JKT - JKP = 0,13 - 0,08 = 0,05$

Tabel ANOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
					5%
Perlakuan	2	0,08	0,04	5	5,14
Galat	6	0,05	0,008		
Total	8	0,13			

Keterangan: F hitung < F tabel 5% → *non significant* atau tidak berbeda nyata

Lampiran 6. Perhitungan Sel Hyalinosit dan Sel Granulosit pada *Differential Haemocyte Count (DHC)*

$$\text{Jenis sel hemosit (\%)} = \frac{\text{Jumlah tiap jenis sel hemosit} \times 100\%}{\text{Total hemosit}}$$

Tabel Hasil Perhitungan Sel Hyalinosit dan Sel Granulosit pada *Differential Haemocyte Count (DHC)*

Perlakuan	Ulangan	Jumlah sel hemosit		Hasil sel hyalinosit (%)	Hasil sel granulosit (%)
		Hyalinosit	Granulosit		
Kontrol	A	12	9	$\frac{12}{21} \times 100\% = 57\%$	$\frac{9}{21} \times 100\% = 43\%$
	B	9	8	$\frac{9}{17} \times 100\% = 53\%$	$\frac{8}{17} \times 100\% = 47\%$
	C	7	8	$\frac{7}{15} \times 100\% = 47\%$	$\frac{8}{15} \times 100\% = 53\%$
0 cm	A	3	1	$\frac{3}{4} \times 100\% = 75\%$	$\frac{1}{4} \times 100\% = 25\%$
	B	4	1	$\frac{4}{5} \times 100\% = 80\%$	$\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$
	C	3	2	$\frac{3}{5} \times 100\% = 60\%$	$\frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$
35 cm	A	3	2	$\frac{3}{5} \times 100\% = 60\%$	$\frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$
	B	5	2	$\frac{5}{7} \times 100\% = 71\%$	$\frac{2}{7} \times 100\% = 29\%$
	C	5	3	$\frac{5}{8} \times 100\% = 63\%$	$\frac{3}{8} \times 100\% = 38\%$
70 cm	A	11	6	$\frac{11}{17} \times 100\% = 65\%$	$\frac{6}{17} \times 100\% = 35\%$
	B	10	6	$\frac{10}{16} \times 100\% = 63\%$	$\frac{6}{16} \times 100\% = 38\%$
	C	4	3	$\frac{4}{7} \times 100\% = 57\%$	$\frac{3}{7} \times 100\% = 43\%$

Lampiran 7. Analisis Data Sel Hyalinosit pada *Differential Haemocyte Count* (DHC) menggunakan ANOVA

Tabel Hasil Sel Hyalinosit (%)

Ketinggian	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 cm	75	80	60	215	72
35 cm	60	71	63	194	65
70 cm	65	63	57	185	61
Total	200	214	180	594	

▪ **Perhitungan ANOVA**

- Faktor Koreksi (FK) = $Y^2 / (r.t) = 594^2 / 3 \times 3 = 352836 / 9 = 39204$
- Jumlah Kuadrat Total (JKT) = $Y_{ij}^2 - FK = 39678 - 39204 = 474$
- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) = $Y_i^2 / r - FK = 118086 / 3 - 39204 = 39362 - 39204 = 158$
- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) = $JKT - JKP = 474 - 158 = 316$

Tabel ANOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	2	158	79	1,50	5,14
Galat	6	316	52		
Total	8	474			

Keterangan: F hitung < F tabel 5% → *non significant* atau tidak berbeda nyata

Lampiran 8. Analisis Data Sel Granulosit pada *Differential Haemocyte Count* (DHC) menggunakan ANOVA

Tabel Hasil Sel Granulosit (%)

Ketinggian	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0 cm	25	20	40	85	28
35 cm	40	29	38	107	35
70 cm	35	38	43	116	39
Total	100	87	121	308	

▪ Perhitungan ANOVA

- Faktor Koreksi (FK) = $Y^2 / (r.t) = 308^2 / 3 \times 3 = 94864 / 9 = 10540,44$
- Jumlah Kuadrat Total (JKT) = $Y_{ij}^2 - FK = 11028 - 10540,44 = 487,56$
- Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP) = $Y_i^2 / r - FK = 32130 / 3 - 10540,44 = 10710 - 10540,44 = 169,56$
- Jumlah Kuadrat Galat (JKG) = $JKT - JKP = 487,56 - 169,56 = 318$

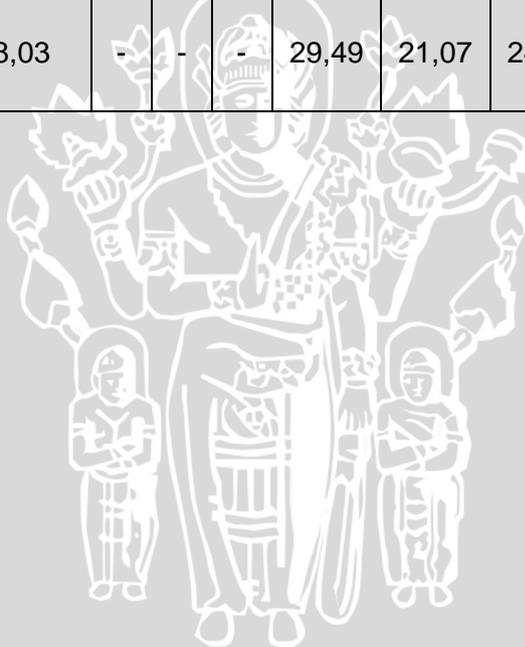
Tabel ANOVA

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel 5%
Perlakuan	2	169,56	84,78	1,60	5,14
Galat	6	318	53		
Total	8	487,56			

Keterangan: F hitung < F tabel 5% → *non significant* atau tidak berbeda nyata

Lampiran 9. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter		Kontrol	Perlakuan								
			0 cm			35 cm			70 cm		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fisika	Suhu (°C)	31	-	-	-	25	25	25	26	26	26
Kimia	pH	8,5	-	-	-	8	8	8	8	8	8
	Salinitas (‰)	36	-	-	-	34	34	34	34	34	34
	Oksigen Terlarut (mg/l)	6,35	-	-	-	7,16	7,84	7,57	6,62	7,7	5,4
	Bahan Organik Total (mg/l)	48,03	-	-	-	29,49	21,07	24,44	22,33	21,49	18,33



Lampiran 10. Foto Penelitian

No.	Gambar	Keterangan
1		<p>Uji pendahuluan di Perairan Desa Campurejo</p>
2		<p>Persiapan paralon sebagai tempat perlakuan tiram</p>
3		<p>Sterilisasi air laut</p>
4		<p>Pengambilan sampel tiram di Perairan Desa Campurejo</p>
5		<p>Pencucian tiram dari kotoran</p>

No.	Gambar	Keterangan
6		<p>Sampel tiram (<i>Crassostrea iredalei</i>)</p>
7		<p>Pengisian air laut steril ke dalam bak percobaan</p>
8		<p>Bak percobaan ketinggian air 0 cm (tanpa air)</p>
9		<p>Pengambilan darah tiram menggunakan spuit</p>
10		<p>Sampel darah tiram dan Triphan-blue untuk pengamatan THC</p>

No.	Gambar	Keterangan
11		<p>Metode smear untuk pengamatan DHC</p>
12		<p>Pengamatan <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) dan <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC)</p>
13		<p>Pengukuran bahan organik total</p>