

**PROFIL HEMOSIT KERANG JAWA (*Corbicula javanica*) PADA KOLAM
BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR**

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

Oleh :
A'IN AINUL GHUFROH
NIM. 125080100111054



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

**PROFIL HEMOSIT KERANG JAWA (*Corbicula javanica*) PADA KOLAM
BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR**

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

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
A'IN AINUL GHUFROH
NIM. 125080100111054**



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

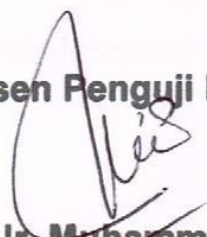
LAPORAN SKRIPSI

PROFIL HEMOSIT KERANG JAWA (*Corbicula javanica*) PADA KOLAM BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR

Oleh :
A'IN AINUL GHUFROH
NIM. 125080100111054

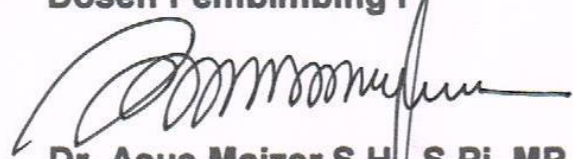
Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 17 Maret 2016
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

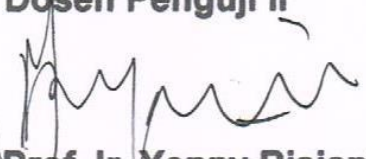

Dr. Ir. Muhammad Musa, MS
NIP. 19570507 198602 1 002
Tanggal: 23 MAR 2016

Menyetujui,

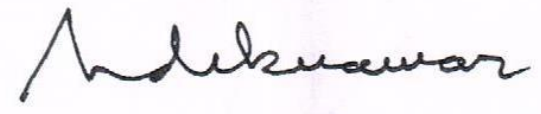
Dosen Pembimbing I


Dr. Agus Maizar S.H., S.Pi, MP
NIP. 19720529 200312 1 001
Tanggal: 23 MAR 2016

Dosen Penguji II

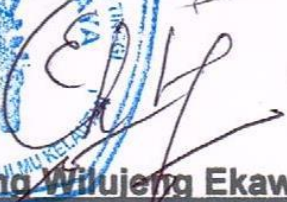

Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D
NIP. 19610523 198703 2 003
Tanggal: 23 MAR 2016

Dosen Pembimbing II


Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc
NIP. 19790331 2005011 003
Tanggal: 23 MAR 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP




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

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul ***“Profil Hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) Pada Kolam Budidaya Ikan Air Tawar”*** 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, 17 Maret 2016

Mahasiswa

A'in Ainul Ghufroh

NIM. 125080100111054

RINGKASAN

A'IN AINUL GHUFROH. Skripsi tentang Profil Hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) Pada Kolam Budidaya Ikan Air Tawar (dibawah bimbingan **Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi, MP** dan **Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc**)

Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) merupakan hewan *filter feeder* yang mampu memindahkan bahan-bahan seperti sedimen dan bahan organik dari kolom air. Melalui aktifitas penyaringan, *Corbicula javanica* juga memiliki arti yang penting di dalam proses biofilter air (penjernih air) dan sebagai sumber informasi lingkungan atau indikator bagi lingkungan. Akibat masukan limbah organik dan anorganik secara langsung ke perairan mengakibatkan pencemaran perairan. Limbah tersebut dapat berasal karena faktor alam dan aktifitas warga sekitar IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang yang mengakibatkan kedua lokasi tersebut terkontaminasi logam berat Pb, Cd, dan Hg. Jika suatu pencemaran di kedua lokasi tidak teratasi maka dapat menimbulkan penurunan hasil dari budidaya ikan air tawar di kedua lokasi tersebut. *Corbicula javanica* merupakan organisme *filter feeder* yang mudah terkontaminasi logam berat, sehingga sering digunakan sebagai indikator pencemaran perairan. Logam berat yang terakumulasi ke dalam tubuh Kerang Jawa, dapat berpengaruh terhadap respon imun Kerang Jawa dalam hal ini dari profil hemosit Kerang Jawa atau *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 yang bertujuan untuk mengetahui profil hemosit THC dan DHC pada *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang serta mengetahui perbedaan status kesehatan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.

Metode yang digunakan adalah metode survei yang dijelaskan secara deskriptif di lokasi IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dengan masing-masing 3 titik pengambilan sampel pengamatan. IBAT Punten Kota Batu sumber air di area kolam budidaya berasal dari sumber brantas dan aliran airnya di pasang secara seri, serta didominasi oleh limbah domestik, limbah dari pertanian, dan perkebunan. UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang sumber air di area kolam budidaya berasal dari sungai molek dan sumur bor dan aliran airnya di pasang secara paralel, serta didominasi oleh limbah domestik dan limbah dari hasil pertanian. Sampel Kerang Jawa *Corbicula javanica* diambil pada masing-masing titik di kedua lokasi tersebut, kemudian diambil hemosit untuk dilakukan analisa THC dan DHC. Logam berat Pb, Cd, dan Hg diukur pada air serta faktor pendukung kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia. *Total Haemocyte Count* hyalinosit *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu ditemukan lebih banyak daripada granulosit dan semi granulosit yakni 64.53-70.31%, sedangkan granulosit sebanyak 23.85-27.66%, dan semi granulosit sebanyak 5.83-9.80% serta pada UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang granulosit *Corbicula javanica* ditemukan lebih banyak daripada hyalinosit dan semi granulosit yakni 34.74-62.91%, sedangkan hyalinosit sebanyak 13.33-19.23%, dan semi granulosit sebanyak 21.96-31.18%.

Kedua lokasi tersebut telah berada pada kondisi tidak normal (tercemar) jika ditinjau dari gambaran profil hemosit. IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Malang mengandung logam berat Pb berkisar 0.00-0.009 ppm, Cd berkisar 0.001-0.006 ppm dan Hg berkisar 0.00-0.0099 ppm. Kandungan logam berat di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang masih tergolong baik dan masih layak di dalam mendukung kehidupan suatu biota perairan. Hasil pengukuran kualitas air suhu berkisar 26-29°C, pH 7-8 dan

DO 5-8.5 mg/L, dan amonia 0.00089-0.00126 ppm. Berdasarkan hasil penelitian, kadar logam berat Pb, Cd, dan Hg serta parameter kualitas air pH, suhu, DO, dan amonia masih tergolong baik di suatu perairan, tetapi profil hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) mengindikasikan bahwa di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dalam kondisi tercemar. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) sebagai biomarker lingkungan perairan. Di samping itu perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian lebih lanjut terhadap pencemaran di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang serta dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui suatu pencemar, selain logam berat Pb, Cd, dan Hg yang dapat mempengaruhi profil hemosit dan sistem imun dari Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) tersebut.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Profil Hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) pada Kolam Budidaya Ikan Air Tawar**”. Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Laporan Skripsi ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi gambaran umum profil hemosit *Corbicula javanica*, dan analisa kualitas air seperti suhu, pH, DO, dan amonia serta logam berat Pb, Cd, dan Hg yang bertujuan untuk menduga indikator pencemaran terhadap lingkungan. Diharapkan Laporan Skripsi ini dapat memberikan informasi kepada kita semua.

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

Malang, 17 Maret 2016

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

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

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Ibu (Wiwik Ernawati Fauziah), Ayah (Drs.Karmo MS) dan kedua kakak (Z. Nisak dan Imam Ibnu A) atas dorongan yang kuat, memberi semangat, restunya serta doa yang tiada hentinya.
2. Dr. Asus Maizar S.H., S.Pi, MP dan Andi Kurniawan, S.Pi, M.Eng, D.Sc atas kesediaan waktunya untuk membimbing penulis hingga terselesaikan laporan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Muhammad Musa, MS dan Prof. Ir. Yenny Risjani, DEA, Ph.D selaku dosen penguji atas kesediaan waktunya.
4. Geng Kerang (Erma, Fandi, Ana, Mita, Rio, Bahrul, dan Angga) yang selalu ada dikala duka maupun suka selama menjalani suatu proses penelitian hingga laporan dan kedepannya.
5. Para Sahabat Soehat-Bsg (Ica, dini, swindu, anto, diana, winda, lestari, risa, arif, nindi) yang selalu memotivasi dan memberi semangat dikala kejenuhan.
6. Para Pak Asus Lovers (Novian, Radit, Lestari, dkk) yang selalu membantu dan berpartisipasi dalam penelitian kami.
7. Teman-teman ARMY'12 dan Mbak Nuriyani, Mas Attabik, Mbak Farika yang selalu memberikan semangat dan masukan terhadap penelitian ini.

Malang, 17 Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iv
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	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi <i>Corbicula javanica</i>	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	6
2.1.2 Anatomi <i>Corbicula javanica</i>	8
2.1.3 Fisiologi <i>Corbicula javanica</i>	10
2.1.4 Makanan dan kebiasaan makan <i>Corbicula javanica</i>	11
2.1.5 Habitat <i>Corbicula javanica</i>	12
2.2 Hemosit	13
2.3 Logam Berat.....	16
2.3.1 Pencemaran Logam Berat	16
2.3.2 Pb (Timbal)	18
2.3.3 Cd (Kadmium).....	19
2.3.4 Hg (Merkuri).....	20
2.4 Mekanisme penyerapan logam berat oleh hemosit bivalvia	21
2.5 Sistem Imun	23
2.6 Parameter kualitas air	26
2.6.1 Suhu	26
2.6.2 pH.....	28
2.6.3 DO	29
2.6.4 Amonia	31
3. MATERI DAN METODE	32
3.1 Materi Penelitian	32
3.2 Alat dan Bahan.....	32
3.3 Metode Penelitian.....	32
3.4 Penentuan Stasiun	34
3.5 Pelaksanaan Penelitian	35
3.5.1 Penelitian Pendahuluan	36
3.5.2 Penelitian Utama	36
3.6 Analisa Data.....	40

4. HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Deskripsi stasiun pengamatan (IBAT Punten Kota Batu)	41
4.1.1 Stasiun 1	41
4.1.2 Stasiun 2	42
4.1.3 Stasiun 3	42
4.2 Deskripsi stasiun pengamatan (UPT PTPB Kepanjen)	42
4.2.1 Stasiun 1	43
4.2.2 Stasiun 2	46
4.2.3 Stasiun 3	44
4.3 Sebaran ukuran Kerang Jawa (<i>Corbicula javanica</i>)	45
4.4 Hasil Analisa Logam Berat pada Air	48
4.5 Hasil Analisis THC dan THC Kerang Jawa (<i>Corbicula javanica</i>)	55
4.6 Hasil Analisis DHC Kerang Jawa (<i>Corbicula javanica</i>)	57
4.7 Analisa Kualitas Air	64
4.7.1 Suhu	64
4.7.2 pH	65
4.7.3 DO	66
4.7.4 Amonia	67
5. KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70

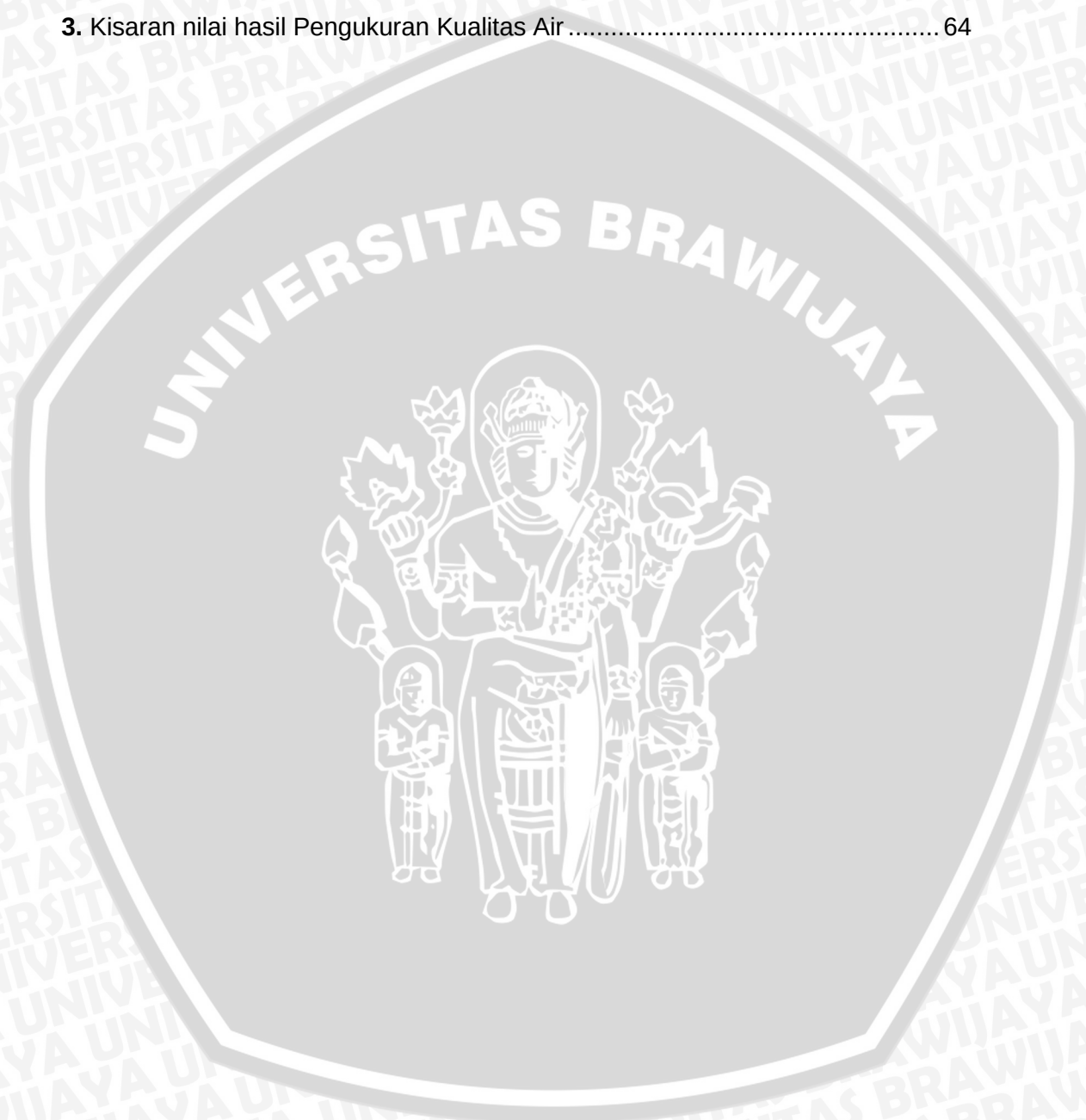
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Pengukuran Kerang Jawa (<i>Corbicula javanica</i>) di IBAT Punten	46
2. Hasil Pengukuran Kerang Jawa (<i>Corbicula javanica</i>) di UPT PTPB Kepanjen	47
3. Kisaran nilai hasil Pengukuran Kualitas Air	64

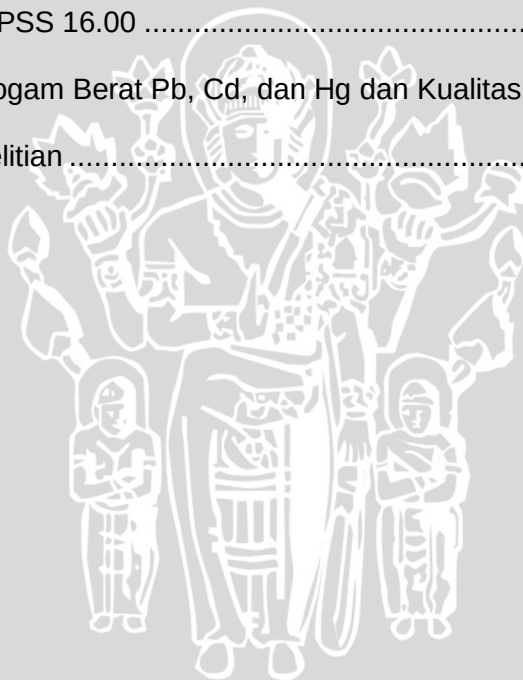


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Corbicula javanica</i>	06
2. Morfologi <i>Corbicula javanica</i>	08
3. Anatomi <i>Corbicula javanica</i>	10
4. Tipe Hemosit <i>S. glomerata</i>	14
5. Sistem Imun Bivalvia.....	25
6. Lokai Stasiun 1 (Kolam Induk)	42
7. Lokasi Stasiun 2 (Kolam Benih)	42
8. Lokasi Stasiun 3 (Kolam Pembesaran)	43
9. Lokasi Stasiun 1 (Kolam Pembenihan)	44
10. Lokasi Stasiun 2	45
11. Lokasi Stasiun 3 (Kolam Pendederan).....	45
12. Histogram Hasil Pengukuran Logam Berat Pb.....	48
13. Histogram Hasil Pengukuran Logam Berat Cd.....	51
14. Histogram Hasil Pengukuran Logam Berat Hg.....	53
15. Hasil Pengamatan THC <i>Corbicula javanica</i>	55
16. Histogram Hasil Pengamatan THC	56
17. Histogram Hasil Pengamatan Sel Granulosit	58
18. Histogram Hasil Pengamatan Sel Semi Granulosit	59
19. Histogram Hasil Pengamatan Sel Hyalin.....	60
20. Mekanisme ekspresi stres lingkungan terhadap sistem imun non adaptif	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan bahan digunakan dalam penelitian.....	82
2. Denah Lokasi Penelitian	83
3. Data Perhitungan <i>Total Haemocyte Count</i>	85
4. Data Perhitungan <i>Differential Haemocyte Count</i>	86
5. Uji THC dengan SPSS 16.0	87
6. Uji Granulosit dengan SPSS 16.0	88
7. Uji Semi Granulosit dengan SPSS 16.0	89
8. Uji Hyalin dengan SPSS 16.00	90
9. Data Pengukuran Logam Berat Pb, Cd, dan Hg dan Kualitas Air	91
10. Dokumentasi Penelitian	93



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Instalasi Budidaya Air Tawar (IBAT) Punten Kota Batu adalah salah satu budidaya ikan air tawar yang ada di Jawa Timur. Selain IBAT Punten Kota Batu terdapat Unit Pelaksana Teknis Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (UPT PTPB) Kepanjen Kabupaten Malang yang merupakan tempat budidaya ikan air tawar. Kedua tempat tersebut berpotensi menghasilkan ikan air tawar seperti ikan Mas Punten dan Lele Sangkuriang Kepanjen. Keberhasilan suatu budidaya tidak terlepas dengan kualitas air dari masing-masing kolam budidaya. Sumber air di IBAT Punten Kota Batu berasal dari Sungai Brantas, sedangkan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang berasal dari Sungai Molek dan sumur bor. Sungai Brantas diduga sudah terkontaminasi oleh berbagai jenis limbah dari hasil kegiatan manusia, yaitu kegiatan pemukiman, pertanian, perikanan dan perkebunan yang berada di sekitar lokasi IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.

Limbah-limbah tersebut akan menyumbangkan pencemar, salah satunya logam berat yang dapat masuk ke kolam-kolam yang ada di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang. Sehingga, air di kolam sudah tercemar dan dapat mempengaruhi biota yang ada di dalamnya. Jika suatu kolam budidaya tersebut mengalami pencemaran, maka berakibat pada potensi budidaya ikan yang menurun.

Kelompok moluska air tawar (keong dan kerang) secara umum banyak dijumpai di beberapa tipe perairan baik yang mengalir maupun yang menggenang. Beberapa spesies diantaranya mampu bertahan hidup pada kondisi perairan yang buruk atau tercemar akibat beberapa masukan berbagai

jenis limbah. Kerang-kerangan banyak bermanfaat dalam kehidupan manusia sejak masa purba. Dagingnya dapat dimanfaatkan sebagai olahan makanan. Cangkangnya dimanfaatkan sebagai perhiasan, bahan kerajinan tangan, serta alat pembayaran pada masa lampau. Pemanfaatan modern kerang-kerangan dapat dijadikan sebagai biofilter terhadap polutan (Marwoto, 2014). Pada Instalasi Budidaya Air Tawar (IBAT) Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat beberapa jenis kerang diantaranya adalah Kijing Taiwan dan Kerang Jawa/ Remis (*Corbicula javanica*).

Hasil pengamatan yang sudah dilakukan di kolam budidaya ikan air tawar (IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang), kerang yang paling dominan adalah Kerang Jawa (*Corbicula javanica*). Kerang Jawa tersebut tersebar di berbagai kolam budidaya ikan air tawar. Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) merupakan suatu hewan *filter feeder* yang mampu memindahkan bahan-bahan seperti sedimen dan bahan organik dari kolom air. Melalui aktifitas penyaringan, *Corbicula javanica* juga memiliki arti yang penting di dalam proses biofilter air (penjernihan air) dan sebagai sumber informasi lingkungan atau indikator bagi lingkungan. Meskipun peranan dari *Corbicula javanica* dalam menjaga kestabilan lingkungan tempat hidupnya telah banyak diketahui, namun keberadaan dari *Corbicula javanica* kurang mendapatkan perhatian (Marwoto, 2014). Salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui suatu perairan tersebut mengalami pencemaran atau tidak dapat dilihat dari kesehatan bivalvia, salah satunya adalah *Corbicula javanica* dengan melihat hemosit atau darah dari kerang tersebut.

Hemosit merupakan suatu komponen penting cairan dalam tubuh makhluk hidup. Hemosit merupakan suatu parameter yang dapat digunakan untuk melihat kelainan yang terjadi pada organisme tersebut, baik yang terjadi akibat keadaan lingkungan atau penyakit. Sehingga dengan mengetahui

gambaran hemosit untuk melihat kondisi kesehatan organisme, salah satu organisme tersebut adalah kelompok bivalvia salah satunya Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) (Delman and Brown, 1989 dalam Prasetyo, 2009).

Berdasarkan penelitian mengenai hemosit kerang yang pernah dilakukan di Instalasi Budidaya Air Tawar (IBAT) Punten Kota Batu oleh Arianti dan Herika (2011) dan Irna (2012), bahwa kijing atau kerang yang ada di IBAT Punten Kota Batu mengandung logam berat yang melebihi batas aman dan tidak layak untuk dikonsumsi. Hasil yang diperoleh bahwa kandungan logam berat tertinggi terdapat pada bagian lambung, kemudian insang dan yang terendah adalah pada daging. Sebelum logam berat tersebut terakumulasi pada organ target yaitu lambung, insang, dan daging, logam berat tersebut terlebih dahulu berada di jaringan darah karena logam berat tersebut dapat masuk melalui sistem peredaran darah. Oleh karena itu, sangat penting mengetahui bagaimana hubungan antara *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) pada Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) yang dapat digunakan sebagai informasi kesehatan lingkungan perairan khususnya pada kolam budidaya ikan air tawar.

Menurut Travers *et al.*, (2006), karakteristik hemosit kerang merupakan suatu langkah awal yang dapat digunakan untuk mengetahui kapasitas dan sistem imun. Sehingga penelitian mengenai profil hemosit pada kerang sangat diperlukan, karena keberadaan Kerang Jawa di IBAT Punten ini cukup banyak dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk dikonsumsi maupun sebagai pakan ternak. Oleh karena itu, untuk mengetahui kesehatan dari Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di kedua lokasi kolam budidaya ikan air tawar yang ada di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang perlu dilakukan agar dapat mengoptimalkan potensi budidaya dari kedua lokasi tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pertanyaan-pertanyaan diatas dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana profil hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang ?
2. Adakah perbedaan kondisi kesehatan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di IBAT Puntan Kota Batu dibandingkan dengan kesehatan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang yang dilihat berdasarkan jumlah granulosit, semi granulosit, hyalinosit dan *Total Haemocyte Count* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) yang berasal dari Instalasi Budidaya Air Tawar (IBAT) Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.
2. Untuk mengetahui perbedaan kondisi kesehatan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk menambah wawasan tentang gambaran status hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*).
2. Untuk memperoleh gambaran THC dan DHC Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) yang dapat digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi lingkungan dan mengkaji tindak lanjut dari lingkungan budidaya untuk

memaksimalkan potensi budidaya yang ada di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang. Analisis kandungan logam berat Pb, Cd, Hg, dan kualitas air Amonia di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dan analisis gambaran profil hemosit *Corbicula javanica* dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Analisis kualitas air pH, suhu, dan DO dilakukan secara *insitu*.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi *Corbicula javanica*

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) menurut Zipcodezoo (2015), adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Order	: Veneroida
Suborder	: Sphaeriacea
Superfamily	: Corbiculoidea
Family	: Corbiculidae
Genus	: <i>Corbicula</i>
Species	: <i>C. javanica</i>



Gambar 1. *Corbicula javanica* (Pigneur et al., 2011)

Secara umum bagian tubuh kerang, khususnya Kerang Jawa dibagi menjadi lima, yaitu (1) kaki (*foot*, *byssus*), (2) kepala (*head*), (3) bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), (4) selaput (*mantle*), dan (*shell*).

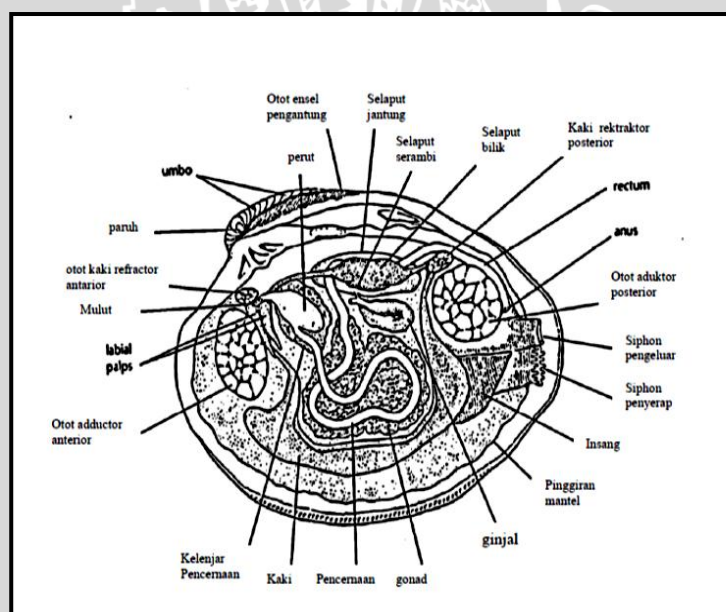
Pada bagian kepala kerang terdapat organ syaraf sensorik. Sedangkan, bagian kaki merupakan otot yang mudah berkontraksi, dan bagian ini merupakan bagian utama alat gerak. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi, tergantung pada jenis, habitat dan makanannya. Bentuk kerang biasanya simetri bilateral, mempunyai sebuah mantel yang berupa katup dan cangkang oleh sederetan otot yang meninggalkan bekas melengkung yang biasanya disebut garis mantel. Fungsi dari permukaan luar mantel adalah untuk mensekresi zat organik cangkang dan menimbun kristal-kristal kalsit atau kapur (Romimohtarto, 2001).

Corbicula javanica tergolong bivalvia air tawar dan biasa disebut remis atau Kerang Jawa. Organisme ini memiliki cangkang berbentuk segitiga lebar, tanpa sudut sama sekali. Pada kerang muda, cangkang equilateral, sedangkan pada kerang dewasa puncak cangkang bergeser ke arah posterior. Memiliki sisi engsel tipis dan gigi kardinal kecil dengan gigi lateral yang panjang. *Corbicula javanica* memiliki warna epidermis kuning coklat kehijauan dengan nuansa lebih muda di cangkang bagian ventral. Cangkang kerang bagian luar bergaris konsentrik yang kasar dan cukup tinggi berjumlah sekitar 8-11 garis per 1 cm. Sedangkan cangkang bagian dalam biasanya berwarna putih kebiruan dengan memiliki pola ungu pada gigi lateral (Hilman et al., 2009).

Selain itu menurut Suwigyo (2005) dalam Fuad (2010) menyatakan bahwa kaki kerang pada umumnya mengarah ke anterior sebagai bentuk adaptasi untuk membuat liang. Gerakan kaki menjulur diatur oleh kombinasi tekanan darah dan otot protractor anterior, dan gerak menarik kaki ke dalam cangkang oleh sepasang otot retraktor anterior dan posterior, untuk merayap pada substrat lumpur atau pasir. Adapun pada beberapa kerang yang hidup tidak akan menempel pada substrat keras dengan sangat erat.

Menurut Prawirohartono (2003) dalam Banjarnahor (2010), secara umum cangkang kerang tersusun atas zat kapur dan terdiri dari 3 (tiga) lapisan, yaitu periostrakum, prismatic dan nakreas, yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Periostrakum, merupakan suatu lapisan terluar, tipis, gelap dan tersusun atas zat tanduk.
- Prismatic, merupakan lapisan tengah yang memiliki struktur tebal, tersusun atas Kristal-kristal CaCO_3 berbentuk prisma.
- Nakreas, merupakan suatu lapisan bagian dalam atau bisa disebut juga lapisan mutiara, tersusun atas Kristal CaCO_3 yang halus dan berbeda dengan kristal-kristal pada lapisan prismatic. Adapun bentuk morfologi bivalvia terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Bivalvia (Pechenik, 2000)

2.1.2 Anatomi *Corbicula javanica*

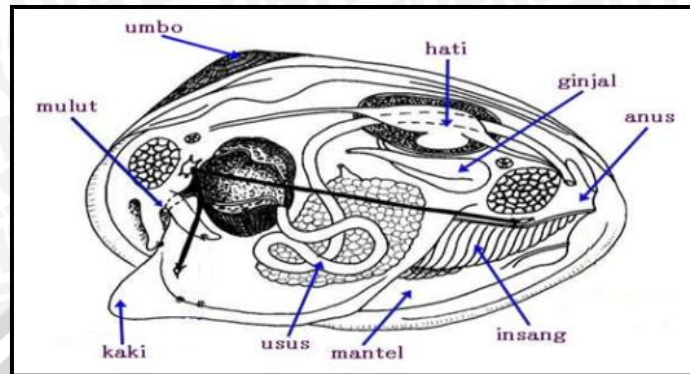
Tubuh dari kerang terdiri dari tiga bagian yaitu kaki, mantel dan kumpulan organ bagian dalam. Kaki bivalvia bersifat elastis, terdiri atas susunan jaringan otot yang dapat meregang. Cangkang bivalvia dibentuk oleh mantel dengan cara

mengeluarkan sel-sel yang dapat membentuk struktur cangkang dengan warna yang berbeda-beda tergantung pada faktor lingkungan dan genetik. Sedangkan, mantel berfungsi untuk membungkus organ bagian dalam dan menyeleksi unsur-unsur yang terhisap kedalam tubuh (Galtsoff, 1964).

Dilihat dari sistem pencernaan pada kerang khususnya kerang air tawar, salah satunya *Corbicula javanica* sistem pencernaan dimulai dari mulut, kerongkongan, lambung, usus dan akhirnya bermuara pada anus. Anus pada kerang terdapat di saluran yang sama dengan saluran untuk keluarnya air. Sedangkan makanan golongan hewan kerang ini adalah hewan-hewan kecil yang terdapat dalam perairan berupa protozoa diatom. Makanan ini dicerna di lambung dengan bantuan getah pencernaan dan hati. Sisa-sisa makanan dikeluarkan melalui anus. Hewan seperti kerang air tawar memiliki kelamin terpisah atau berumah dua. Umumnya pembuahan dilakukan secara eksternal. Dalam kerang air tawar, sel telur yang telah matang akan dikeluarkan dari ovarium. Kemudian masuk ke dalam ruangan *suprabranchial*. Di sini terjadi pembuahan oleh sperma yang dilepaskan oleh hewan jantan. Telur yang telah dibuahi berkembang menjadi larva *glochidium*. Larva ini pada beberapa jenis ada yang memiliki alat kait dan ada pula yang tidak. Selanjutnya larva akan keluar dari induknya dan menempel pada ikan sebagai parasit, lalu menjadi kista. Setelah beberapa hari kista akan membuka dan keluarlah *Mollusca* muda. Akhirnya *Mollusca* ini hidup bebas di alam (Hilman, 2009).

Pada bivalvia juga terdapat lembaran-lembaran insang yang dilengkapi pula dengan deretan silia. Gerakan silia dapat menimbulkan suatu aliran air yang kuat dan membawa partikel-partikel makanan dan sedimen yang terbawa arus air. Sebagian silia memindahkan campuran partikel-partikel makanan dan sedimen, sementara silia yang lain mengumpulkan dan mendorong sedimen-sedimen untuk dikeluarkan. Insang bivalvia yang menempel pada permukaan

seperti Kerang Jawa, ujung lubang masuk pernapasan tidak menyempit, tetapi melebar (Panggabea, 1991). Anatomi bivalvia dapat terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Anatomi bivalvia (FAO, 1998)

2.1.3 Fisiologi *Corbicula javanica*

Fisiologi pada bivalvia umumnya memiliki kaki kerang berbentuk pipih secara lateral dan mengarah ke bagian anterior sebagai adaptasi untuk meliang. Gerak kaki menjulur diatur oleh kombinasi tekanan darah dan otot protractor anterior dan gerak menarik kaki ke dalam cangkang oleh sepasang otot retraktor anterior dan posterior untuk merayap dalam substrat pasir dan lumpur. Kemudian, sistem pencernaan dari Kerang Jawa meliputi mulut, kerongkongan, lambung, usus dan berakhir melalui anus. Sistem organ pencernaan kerang digunakan untuk menelan dan mencerna makanan serta ekskresi dari feses (Tripod, 2010).

Menurut Galtsoff (1964), sistem saraf dari bivalvia berupa ganglion yaitu ganglia anterior, ganglia pedal, dan ganglia posterior. Visceral dan cerebral ganglia bergabung dan dihubungkan dengan cerebro-visceral yang berbentuk U. Serebral ganglia terletak di oesophagus. Saraf circumpallial terdapat di sepanjang tepi mantel, serta jumlah saraf yang berasal dari ganglia tampak meluas ke bagian tubuh yang lain.

Sistem peredaran darah dari bivalvia yang berkembang dengan baik pada hati bilik yang memiliki fungsi untuk memompa darah. Darah melewati insang dimana oksigen dapat diperoleh dari air dan dimana karbondioksida dapat dilepaskan. Sistem peredaran darah bivalvia adalah sistem terbuka karena darah masuk ke dalam ruang terbuka pada satu titik selama peredarannya. Pada semua jenis bivalvia terdapat saluran peredaran darah sepanjang mantel, disini merupakan tempat tambahan terjadinya oksigenasi. Darah akan kembali dari mantel atau dari ginjal langsung ke jantung tergantung pada jenis spesies tertentu (Wijarni, 1990). Pada bivalvia, sel darah tidak terbatas pada pembuluh darah, kemudian darah tersebar ke seluruh jaringan. Sejumlah besar darah akan terkumpul pada permukaan mantel dan insang. Jika terjadi kerusakan pada jaringan bivalvia maka akan terjadi peredaran darah sangat lambat yang melalui permukaan tubuh. Suatu proses ini berlangsung secara berkelanjutan yang bisa dipercepat oleh kondisi yang merugikan terutama oleh luka pada suatu jaringan (Galtsoff, 1964).

2.1.4 Makanan dan Kebiasaan makan *Corbicula javanica*

Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) tergolong hewan *filter feeder* yaitu suatu hewan yang mendapatkan makanan dengan jalan menyaring air yang masuk ke dalam tubuhnya. Volume air yang dapat disaring oleh bivalvia adalah 2.5 Liter per individu dewasa per jam. Makanan yang masuk bersama air kemudian digerakkan, diperas, lalu dicerna dengan bantuan silia atau biasa disebut rambut getar pada tubuhnya. Kemampuan silia untuk bergerak sebesar 2-20 kali per detik (Ricomarsen, 2010).

Bivalvia biasanya ditemukan menetap pada substrat untuk mendapatkan makanannya dengan cara menggunakan insang yang dilengkapi oleh silia, dimana alat ini berfungsi untuk menarik badan terlarut dalam air bersamaan

dengan masuknya air ke dalam mulutnya (Nontji, 2002). Makanan bivalvia berasal dari semua bahan yang tersuspensi di dalam air sehingga sumber makanannya tidak hanya dari fitoplankton, tetapi juga dari jamur, bakteri, dan zat organik terlarut. Penyerapan makanan oleh bivalvia terjadi setiap saat dan berlangsung sepanjang hari (Parenrengi *et al.*, 1998).

Menurut Cappenberg (2008), menyatakan yang bukan makanannya akan dikeluarkan oleh bivalvia dalam bentuk *pseudofeces* yang terbungkus dengan lendir. Makanan yang dimakan oleh bivalvia yang terkontaminasi oleh logam berat nantinya akan terakumulasi ke dalam tubuh bivalvia salah satunya yakni pada organ ginjal dan dapat mempengaruhi suatu sistem metabolisme serta fisiologi dari kerang.

2.1.5 Habitat *Corbicula javanica*

Kerang Jawa atau *Corbicula javanica* merupakan salah satu moluska air tawar yang tinggal menetap pada substrat dan dipengaruhi oleh kualitas air yang terkait dengan faktor ekologiannya serta relatif lebih banyak mengakumulasi logam berat. Biasanya habitat ada di sungai, danau, kolam dan sawah. Sebaran di Indonesia adalah di Sumatera, Jawa, pulau-pulau kecil sekitar Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, dan Sulawesi. Mayoritas kerang adalah benthik, baik hidup di perairan dangkal (*littoral*) maupun perairan dalam (*deep zone*). Kerang ada yang membenamkan diri di dalam pasir dan lumpur, bersembunyi di balik batu, kayu dan akar tanaman laut, ada yang menempel pada batu dan tonggak kayu (misalnya remis), dan merayap di permukaan habitat (Setyono, 2006).

Secara umum, kerang merupakan suatu organisme yang dominasi ekosistem litoral (wilayah pasang surut) dan sublithoral yang dangkal, termasuk pantai berbatu di perairan terbuka maupun Estuaria. Kerang Hijau (*Perna viridis*) berkembang dengan baik pada perairan Teluk Estuaria, perairan sekitar

mangrove, dan muara sungai dengan kondisi lingkungan yang dasar perairannya berlumpur campur pasir, dengan kedalaman 3 sampai 4 meter, dan pergerakan air yang cukup, dan kadar garam sekitar 27-37 promil (Apiadi, 2005).

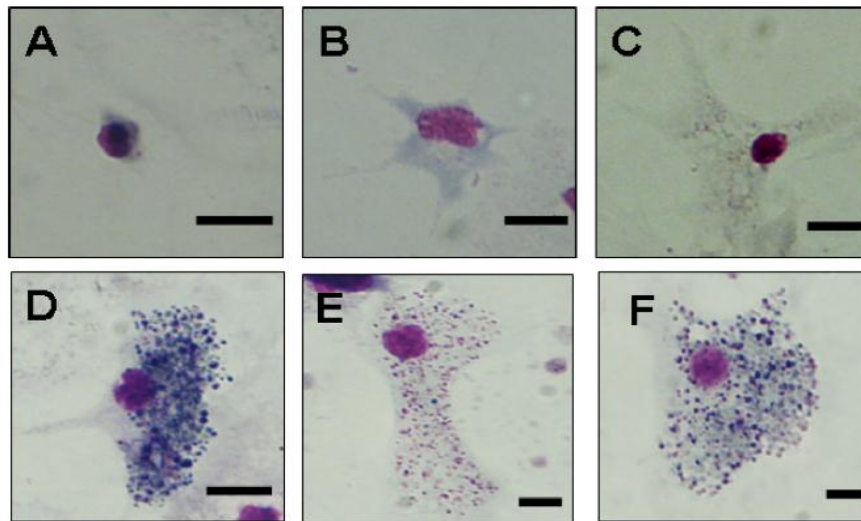
2.2 Hemosit

Hemosit merupakan suatu sel yang berputar bebas pada *hemolymph* dan berinfiltrasi pada moluska. Ditinjau dari fitur morfologi, terdapat dua jenis hemosit utama yang dapat diuraikan menjadi granulosit yang mempunyai banyak granula di dalam sitoplasmanya dan agranulosit yang tidak mempunyai granula. Agranulosit terdiri dari hyalinosit, sel intermediate, *sel blast-like*. Hemosit ditinjau dari fungsi fisiologis terlibat di dalam sistem imun sel, perbaikan luka, pencernaan nutrient dan transportasi (Travers *et al.*, 2008).

Menurut Chang (2005), pada kerang secara umum memiliki dua jenis sel utama, yaitu granulosit dan agranulosit yang dapat dibedakan sesuai dengan adanya butiran sitoplasma. Sel granulosit sering menunjukkan inti eksentrik dan berisi butiran berbagai sitoplasma. Granulosit ini perlahan-lahan menyebar dan sangat *mobile* setelah menyebar. Agranulosit memiliki sitoplasma yang jelas dan memproduksi *pseudopods* panjang. Dalam *monolayers* pewarnaan hemosit dari bivalvia, granulosit disubklasifikasi menjadi eosinofilik dan basofilik granulosit. Eosinofilik granulosit berukuran kecil dan berisi granula kecil yang berwarna merah muda. Eosinofilik granulosit besar memiliki butiran yang berwarna merah muda lebih tua.

Secara umum, terdapat dua tipe sel dasar yang dikenal pada hemosit bivalvia, yaitu agranulosit dan granulosit, yang tergantung ada atau tidaknya butiran sitoplasma (Cheng, 1981). Tiga jenis agranulosit telah diidentifikasi menjadi sel *blast-like*, sel basofilik *macrophag-like*, dan *hyalinocytes*. Menurut Chang (2005), granulosit dapat dibagi menjadi *neutrophil*, *basophil*, dan

acidophils. Karakteristik sel hemosit pada *S. glomerata* dapat dijelaskan (Aladaileh *et al.*, 2007) berdasarkan morfologinya yang diamati dengan mikroskop cahaya, sebagaimana tercantum pada Gambar 4.



Keterangan : (A) Sel hemoblast-like, (B) Sel Hyalin Basofilik, (C) Sel Hyalin Acidofilik, (D) Granulosit basofilik, (E) Granulosit Acidofilik, (F) Granulosit gabungan dari basofilik dan acidofilik granul

Gambar 4. Tipe hemosit pada *S. glomerata* yang diamati dengan mikroskop cahaya (Aladaileh *et al.*, 2007).

Hemosit memiliki sebuah peran di dalam mengatur pertahanan internal.. Klasifikasi hemosit tiram *S. glomerata* secara umum dapat dijelaskan menurut Aladaileh *et al.*,(2007) pertama sel *haemoblast* merupakan suatu tipe sel yang memiliki inti besar hampir memenuhi sel atau rasio sitoplasma lebih kecil dan tidak bergerak, kemudian kedua sel *hyaline* yang mempunyai kapasitas *amoeboid* dengan terbentuknya filopodia merupakan suatu tipe sel yang lebih kecil dari sel granula dimana rasio inti lebih besar daripada sitoplasma, dan pada sitoplasma tidak ada atau sedikit mengandung granul, lalu ketiga sel granula dengan filopodia yang memiliki ukuran panjang untuk pergerakan amoeboid merupakan suatu tipe sel dengan ukuran lebih besar daripada sel *haemoblast*

dan sel *hyaline* dimana rasio inti memiliki ukuran lebih kecil daripada sitoplasma dan di sitoplasma penuh dengan granula.

Hemosit memiliki fungsi di dalam memerangi patogen dan mengeliminasinya dengan cara enkapsulasi dan fagositosis (Betrice *et al.*, 2007). Enkapsulasi merupakan suatu reaksi pertahanan di dalam kekebalan tubuh dari organisme bivalvia terhadap benda asing dan multiseluler termasuk parasit yang masuk ke dalam *haemocoel* dan tidak terlalu besar untuk menjadi fagositosis (Meena *et al.*, 2010). Pada saat sel hemosit mengelilingi tubuh benda asing, bagian sel terluar dari hemosit tetap berbentuk oval atau bulat sedangkan bagian tengah sel menjadi datar dan pada fase berikutnya dilisis membentuk kapsul tebal berwarna coklat dan keras. Kapsul tersebut tidak diserap kembali dan tetap sebagai tanda enkapsulasi meskipun sudah tidak ada hemosit yang dikenal. Pada proses sel mengelilingi benda asing, apabila sel tidak mampu melawan benda asing maka sel akan melakukan fagositosis (Manoppo *et al.*, 2014).

Fagositosis merupakan suatu reaksi yang paling umum didalam pertahanan selular bivalvia, khususnya *Corbicula javanica*. Fagositosis merupakan suatu respon dari hemosit terhadap benda asing, dimana prosesnya meliputi langkah-langkah: pengenalan (*non-self recognition*) terhadap benda yang akan dicerna, gerakan ke arah obyek (kemotaksis), perlekatan, penelanan (*ingestion*) dan selanjutnya pencernaan (*digestion*) intraseluler yang dilakukan hemosit (Galloway and Dpledge, 2001). Suatu peristiwa fagositosis yang utama dilakukan oleh granulosit pada Kerang Jawa. Sebaliknya hyalinosit dianggap berperan penting terhadap perbaikan luka. Kemampuan bivalvia untuk merespon tekanan lingkungan yang buruk, seperti penyakit atau infeksi parasit, tergantung suatu kemampuan fungsional dan keberadaan dari hemosit bivalvia tersebut (Hegaret *et al.*, 2003). Granulosit akan menelan suatu partikel untuk menghilangkan patogen yang hidup dengan cara mendegradasi enzim atau

oksidasi didalam suatu bivalvia. Proses fagositosis pada kerang ini terjadi akibat adanya enzim ProPO yang diubah menjadi PO (Johansson and Soderhall 1989 dalam Syahailatua, 2009). Enzim *phenoloxidase* (PO) terdapat dalam hemolim sebagai *inactive pro-enzyme* yang disebut proPO. Transformasi proPO menjadi PO melibatkan beberapa reaksi dikenal sebagai *proPO activating system* (sistem aktivasi proPO). Sistem ini (*proPO activating system*) terutama diaktifkan oleh β -glukan, dinding sel bakteri dan LPS. *ProPO activating system* merupakan protein yang berlokasi di granulosit. Sistem proPO dapat digunakan sebagai marker kesehatan organisme dan lingkungan karena suatu perubahan sistem proPO berkorelasi dengan tahap infeksi dan variasi lingkungan (Manoppo *et al.*, 2014).

Bivalvia merupakan salah satu invertebrata yang memiliki memori rendah dalam imunologi yang tidak disertai dengan limfosit B dan T tidak seperti mamalia (Ittoop *et al.*, 2007). Sistem sirkulasi bivalvia adalah terbuka dengan hemolim yang memiliki peran sangat penting terhadap fisiologi termasuk pertukaran gas, osmoregulasi, distribusi nutrisi, dan pembuangan sisa metabolisme. Hemolim mengandung sel-sel yang biasanya disebut dengan hemosit (Gosling, 2004 dalam Prasetyo, 2009).

Hemosit mengandung enzim hidrolitik dan menghasilkan oksigen reaktif spesies (ROS), yang memainkan peran penting di dalam degradasi pathogen. Hemosit juga digunakan sebagai indikator kekebalan pada banyak spesies kerang (Gagnaire, 2006).

2.3 Logam Berat

2.3.1 Pencemaran Logam Berat

Menurut Dahuri (1995), logam berat adalah salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena memiliki sifat toksik jika dalam jumlah cukup besar dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis

maupun aspek biologis. Logam-logam berat yang ada dalam badan perairan akan mengalami suatu proses pengendapan dan akan terakumulasi ke dalam biota yang ada dalam perairan (termasuk kerang). Kerang bersifat sessil dan dapat digunakan sebagai bioindikator yang baik (Jones, 2000).

Logam berat Pb, Hg dan Cd yang terlarut di dalam air sangat berbahaya bagi kehidupan suatu organisme di dalamnya. Hal ini disebabkan karena logam berat bersifat biokumulatif yaitu suatu logam berat terkumpul dan meningkat kadarnya dalam jaringan tubuh organisme hidup walaupun kadar logam berat perairan rendah dapat diabsorpsi oleh tubuh organisme perairan, salah satunya adalah golongan bivalvia (Loedin, 1985 dalam Ratmini, 2009).

Menurut Rochyatun dan Rozak (2007), logam berat sangat berbahaya karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh suatu organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik. Menurut Azarbad *et al.*, (2010), terdapat dua sumber utama yang mengakibatkan kontaminasi logam berat di ekosistem lingkungan perairan, yaitu proses alam dan aktivitas antropogenik.

Semua logam berat yang ada di dalam tanah menurut Notohadiprawiro (2006), dapat dipisahkan menjadi berbagai fraksi atau bentuk yaitu :

1. Larut air, berada di dalam larutan tanah.
2. Tertukarkan, terikat pada tapak-tapak jerapan (*adsorption sites*) pada koloid tanah dan dapat dibebaskan oleh reaksi pertukaran ion.
3. Terikat secara organik, berasosiasi dengan senyawa humus yang tidak terlarutkan.
4. Terjerat (*occluded*) di dalam oksida besi dan mangan.

5. Terikat secara struktural di dalam mineral silikat atau mineral primer. Mineral primer adalah mineral tanah yang umumnya mempunyai ukuran butir fraksi pasir (2-0.05 mm) (Prasetyo, 2005).

2.3.2 Pb (Timbal)

Menurut Suhendrayatna (2001), timbal adalah logam berat yang beracun, dan sumber utama timbal adalah dari komponen gugus alkil timbal yang digunakan sebagai bahan aditif bensin. Menurut SNI (2009), timbal memiliki nomor atom 82 ; bobot atom 207, 21 ; valensi 2-4. Timbal merupakan logam yang sangat beracun. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa lain membentuk berbagai senyawa-senyawa timbal baik senyawa organik seperti timbal oksidasi (PbO) dan timbal klorida ($PbCl_2$).

Menurut BPLHD (2011), timbal atau dikenal sebagai logam Pb dalam susunan unsur merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. Pb merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada $327.5^{\circ}C$ dan titik didih $1.740^{\circ}C$ pada tekanan atmosfer. Timbal mempunyai nomor atom terbesar dari semua unsur yang stabil, yaitu 82. Namun logam ini sangat beracun, seperti halnya merkuri yang juga merupakan logam berat. Timbal adalah logam yang dapat merusak sistem saraf jika terakumulasi dalam jaringan halus dan tulang untuk waktu yang lama. Timbal terdapat dalam beberapa isotop : ^{204}Pb (1.4 %), ^{206}Pb (24.1 %), ^{207}Pb (22.1 %), dan ^{208}Pb (52.4 %). ^{206}Pb , ^{207}Pb dan ^{208}Pb kesemuanya adalah *radiogenic* dan merupakan produk akhir dari pemutusan rantai kompleks. Logam ini sangat resisten (tahan) terhadap korosi, oleh karena itu seringkali dicampur dengan cairan yang bersifat korosif (seperti asam sulfat).

Timbal tidak termasuk dalam unsur esensial bagi makhluk hidup, bahkan unsur ini bersifat toksik bagi manusia dan hewan karena dapat terakumulasi pada tulang, sedangkan toksisitas timbal terhadap tumbuhan relatif rendah dibanding dengan unsur renik yang lain. Pb (timah hitam/timbel) persenyawanya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Timbal merupakan logam yang beracun pada dasarnya tidak dapat dimusnahkan serta tidak terurai menjadi zat lain. Oleh karena itu, apabila timbal lepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup (Effendi, 2003).

2.3.3 Cd (Kadmium)

Kadmium (Cd) termasuk dalam kelompok logam golongan *transition* metal pada tabel periodik unsur kimia. Kadmium memiliki berat atom 112.41 g/mol dengan titik cair 321°C dan titik didih 765°C serta bewarna putih keperakan menyerupai aluminium. Kadmium tergolong dalam logam berat dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap sulfhidril dan kelarutannya akan meningkat dalam lemak. Kadmium akan mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik di perairan alami yang bersifat basa (Nontji, 2002). Kadmium (Cd) bersifat racun dan merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga berbahaya untuk manusia. Kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Biota-biota yang tergolong bangsa udang-udangan (*crustacea*) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24-504 jam. Untuk biota-biota yang tergolong ke dalam bangsa serangga (*insect*) akan mengalami kematian dalam selang waktu 24- 672 jam dan untuk biota-biota perairan yang tergolong dalam keluarga *oligochaete* akan mengalami kematian dalam selang waktu 2-96 jam bila terlarut logam Cd (*Cadmium*) (Tarigan *et al.*, 2003).

Sifat *cadmium* sangat kumulatif dan sangat toksik atau beracun bagi manusia karena dapat mengakibatkan gangguan fungsi ginjal dan paru-paru, meningkatkan tekanan darah dan dapat mengakibatkan kemandulan pada pria dewasa (Effendi, 2003). Selain itu, keberadaan zink dan timbal dapat mengakibatkan toksisitas kadmium. Terpapar akut oleh kadmium (Cd) mengakibatkan gejala nausea (mual), muntah, diare, kram, otot, anemia, dermatis, pertumbuhan lambat, kerusakan ginjal dan hati, serta gangguan kardiovaskular (Sudarmadji *et al.*, 2006).

Menurut Rumahlatu (2012), sumber kontaminasi dari logam berat kadmium lingkungan yaitu melalui lapisan bumi dan aktivitas manusia (antropogenik), seperti industri. Penyebab utama kontaminasi logam berat Cd pada lingkungan perairan adalah aktivitas manusia (*antropogenik*) dan Cd menyebabkan gangguan pada sistem biologis karena dapat terakumulasi dengan mudah dalam sedimen maupun organisme. Pada lingkungan perairan, kadmium secara cepat terdeposit pada organisme perairan dalam bentuk ion-ion bebas (Cd^{2+}). Akan tetapi menurut Miller (2007), menyatakan bahwa ion Cd^{2+} pada konsentrasi yang rendah tidak bersifat toksik atau beracun, tetapi bila terakumulasi pada tingkat tertentu dapat meracuni hewan atau manusia melewati suatu rantai makanan.

2.3.4 Hg (Merkuri)

Merkuri dalam tabel terdapat pada golongan XII D, Periode IV, memiliki nomor atom 80 dan berat atom 200.59 g/mol. Menurut Sarjono (2009), mengatakan bahwa merkuri di alam ditemukan dalam bentuk gabungan dengan elemen lainnya, dan jarang ditemukan dalam bentuk terpisah.

Merkuri (Hg) berbentuk cair keperakan pada suhu kamar, merkuri membentuk beberapa persenyawaan baik anorganik (misalnya oksida, klorida,

dan nitrat) maupun organik. Merkuri dapat menjadi senyawa anorganik melalui oksidasi dan kembali menjadi merkuri organik melalui kerja bakteri anaerobik tertentu dan senyawa ini secara lambat berdegradasi untuk menjadi merkuri anorganik (Fardiaz, 1992).

Merkuri (Hg) adalah salah satu jenis logam berat yang berbahaya. Bahaya merkuri khususnya Hg metal (MeHg) telah dikenal luas. Melalui proses akumulasi secara biologi (bioakumulasi), proses perpindahan secara biologi (biotransfer), dan pembesaran secara biologi (biomagnifikasi) yang terjadi secara alamiah, organisme laut mengakumulasi MeHg dalam konsentrasi yang relatif tinggi (Yasuda, 2000). Menurut Lasut (2009), organisme perairan dapat mengakumulasi Hg dari air, sedimen dan makanan yang dikonsumsi. Pengambilan melalui makanan merupakan sumber penting keberadaan logam berat yang terdapat dalam tubuh organisme.

2.4 Mekanisme Penyerapan Logam Berat oleh Hemosit Bivalvia

Suatu logam masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan yaitu melalui saluran pernapasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit. Di dalam tubuh hewan, logam akan diabsorpsi oleh darah, berikatan dengan protein dalam darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam berat dalam air atau lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktifitas fisiologis. Bahan pencemar (racun) yang masuk ke tubuh bivalvia melalui proses absorpsi (Darmono, 1995). Menurut Wulandari (2010), absorpsi merupakan suatu proses perpindahan racun dari lingkungan ke dalam sirkulasi darah. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa transport melintasi membran. Proses transportasi dapat berlangsung dengan 2 cara: transport aktif yaitu dengan sistem transport khusus, dalam hal ini zat terikat pada molekul pengemban dan transport pasif yaitu

melalui proses difusi. Proses transport kerja ke tubuh bivalvia menggunakan transport aktif dan transport pasif.

Menurut Hutagalung (1984), pada transport aktif diperlukan energi dari dalam sel untuk melawan gradient konsentrasi. Transpor aktif sangat diperlukan energi dari dalam sel untuk melawan gradient konsentrasi. Transpor aktif sangat diperlukan untuk memelihara keseimbangan molekul-molekul di dalam sel. Sumber energi untuk transport aktif adalah ATP (adenosine trifosfat). Sedangkan, transport pasif merupakan perpindahan zat yang tidak memerlukan energi. Perpindahan zat ini terjadi karena perbedaan konsentrasi antara zat atau larutan. Bahan pencemar dapat masuk kedalam tubuh melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan kulit.

Absorpsi logam berat melalui saluran pernapasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui insang maupun hewan darat yang masuk melalui debu di udara ke saluran pernapasan. Absorpsi melalui saluran pencernaan hanya beberapa persen saja tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar walaupun absorpsinya relatif kecil. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam organ detoksifikasi (hati) dan ekskresi (ginjal). Di dalam kedua jaringan tersebut biasanya logam juga berkaitan dengan berbagai jenis protein enzim maupun protein lain yang disebut metaloenzim (Connel dan Miller, 2006). Logam berat yang diabsorpsi melalui saluran pencernaan didistribusikan ke dalam jaringan lain melalui darah. Logam ini dapat terdeteksi ke dalam tiga kompartemen utama. Pertama di dalam darah logam berat terikat dalam sel darah, kedua di dalam jaringan lunak dan ketiga yaitu pada tulang dan jaringan keras lainnya (Wulandari, 2010).

Menurut Nugroho (2004) dalam Hendri (2012), organisme benthik yang bersifat *filter feeder* memungkinkan berinteraksi langsung dengan polutan, proses makan memakan (rantai makanan) juga menyebabkan terjadinya transfer

polutan. Keberadaan atau lama waktu suatu polutan dalam rantai makanan sangat tergantung dari waktu paruh dan bioavailabilitas senyawa polutan tersebut dan dapat mengalami proses distribusi, metabolisme, dan penyimpanan dalam tubuh organisme. Keseluruhan proses ini disebut toksikonkinetik. Setelah melalui proses *uptake*, polutan akan mengalami proses distribusi dalam tubuh organisme dan dapat mencapai :

1. *Site of action*

Bentuk toksis polutan akan berinteraksi dengan makromolekul, misalnya protein atau DNA, yang menyebabkan efek toksik pada suatu organisme.

2. *Site of metabolism*

Polutan dapat mengalami proses metabolisme secara enzimatik, yang merupakan suatu proses detoksifikasi atau bioaktivasi.

3. *Site of storage*

Polutan dapat terakumulasi atau tersimpan didalam organ, tetapi tidak berinteraksi dengan makromolekul atau mengalami metabolisme.

4. *Site of excretion*

Polutan yang masuk dalam tubuh organisme dapat langsung mencapai tempat ekskresi, untuk dikeluarkan dari dalam tubuh. Selain itu juga diekskresikan hasil metabolisme atau biotransformasi yang larut dalam air.

2.5 Sistem Imun

Sistem imun merupakan suatu hasil kerja sama antara sel, jaringan dan organ untuk membersihkan atau mempertahankan diri terhadap benda asing. Sistem imun dapat mengingat dan mengenali jutaan benda asing untuk kemudian menghasilkan *secret* (antibodi) dan sel dapat mengenali dan membunuh tiap benda asing tersebut (Rizkita dan Anggraini, 2012).

Ada 2 macam sistem kekebalan tubuh. Pertama adalah sistem kekebalan spesifik (*adaptive immune system*) dan sistem kekebalan non spesifik (*innate immune system*). Pada kerang, sistem imunnya adalah non spesifik (*innate immune system*). Menurut Isharmanto (2010), sistem kekebalan non-spesifik dapat mendeteksi adanya benda asing dan melindungi tubuh dari kerusakan yang diakibatkannya, namun tidak dapat mengenali benda asing yang masuk ke dalam tubuh, yang termasuk dalam sistem ini :

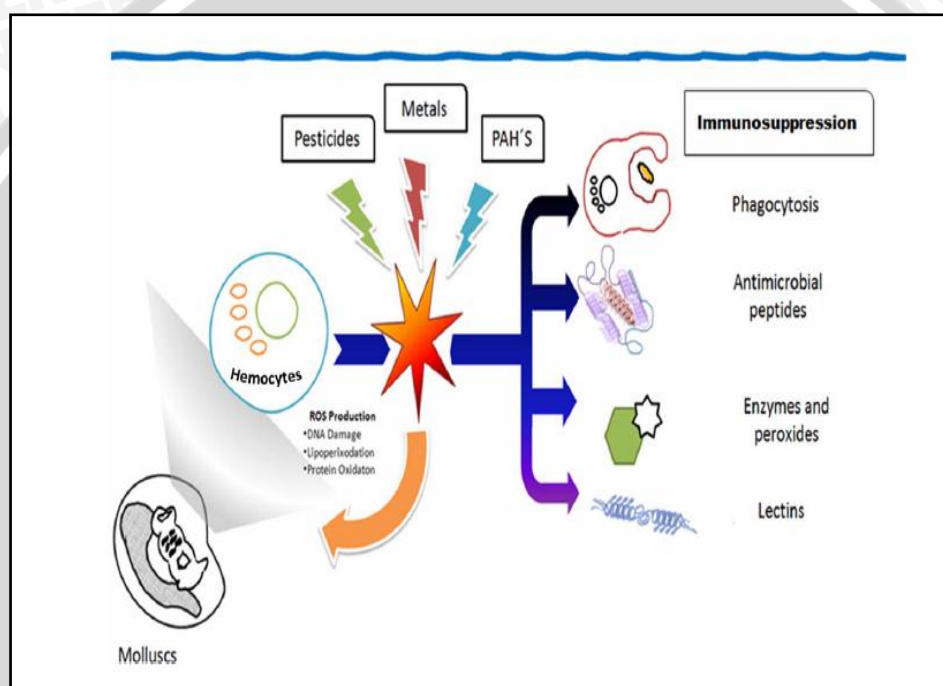
1. Reaksi inflamasi atau peradangan
2. Protein antivirus (interferon)
3. Sel *natural killer* (NK)
4. Sistem komplemen

Inflamasi atau peradangan merupakan suatu respons lokal terhadap infeksi atau perlukaan pada organisme. Tidak spesifik hanya untuk infeksi mikroba, tetapi respons yang sama juga terjadi pada perlukaan akibat suhu dingin, panas, atau trauma. Pemeran utama : fagosit, a.l : neutrophil, monosit, dan makrofag (Isharmanto, 2010).

Sel yang terinfeksi virus akan mengeluarkan interferon, interferon mengganggu replikasi virus (antivirus). Interferon juga memperlambat pembelahan dan pertumbuhan sel tumor dengan meningkatkan potensi sel NK dan sel T sitotoksik (antikanker). Peran interferon yang lain : meningkatkan aktivitas fagositosis makrofag dan merangsang produksi antibody. Sel *Natural killer* (NK) merusak sel yang terinfeksi virus dan sel kanker dengan melisiskan membrane sel pada paparan I, kerjanya sama dengan sel T sitotoksik, tetapi lebih cepat, non spesifik dan bekerja sebelum sel T sitotoksik menjadi lebih banyak (Isharmanto, 2010).

Mori (1990) dalam Alifudin (2002) mengemukakan, bahwa respon imunitas pada hewan merupakan upaya proteksi terhadap infeksi maupun

preservasi fisiologik homeostasis. Respon imunitas hewan akuatik terdiri dari respon non spesifik. Hemosit ini memiliki peranan penting dalam sistem imun udang yaitu melalui proses fagositosis, enkapsulasi, *cytotoxicity* dan melanisasi (Rozik et al., 2011). Pada hewan *invertebrate* khususnya kerang, hemosit merupakan sistem imun bagi kerang. Adapun sistem imun bivalvia yang dipengaruhi oleh faktor eksternal, dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem imun bivalvia (Perez, 2010)

Sistem imun seluler merupakan suatu respon imun asli pada bivalvia yang dimana adalah mekanisme pertahanan internal melalui *haemocyte* yang dipercaya sebagai pertahanan internal. Mereka memainkan peran esensial pada inflamasi dan perbaikan luka, disamping fagositosis dan enkapsulasi dari material yang bukan berasal dari dalam dirinya (Chu, 2000).

Pada moluska, respon imun dilakukan oleh sel khusus yang disebut hemosit, karena moluska kekurangan sistem imun adaptif, respon terhadap agen

toksik yang beragam dilakukan melalui proses tua yang sudah melalui evolusi sampai vertebrata dan sekarang diketahui dengan sistem imun bawaan (*innate*).

2.6 Parameter Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Suhu merupakan suatu faktor fisika yang penting didalam kelangsungan hidup organisme. Kenaikan suhu dapat mempercepat reaksi-reaksi kimiawi. Setiap perubahan suhu cenderung untuk mempengaruhi banyak proses kimiawi yang terjadi secara bersamaan pada jaringan tanaman dan binatang serta biota secara keseluruhan (Romimohtarto, 2001). Menurut Hutabarat dan Evans (1987), untuk kehidupan organisme perairan berkisar antara 28°C-31°C.

Suhu suatu perairan juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air. Suhu selain berpengaruh terhadap berat jenis, viskositas dan densitas air, juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Pengukuran suhu sangat perlu untuk mengetahui karakteristik perairan. Menurut Suherman *et al.*, (2002), suhu air merupakan faktor abiotik yang memegang peranan penting bagi kehidupan dan hidup organisme suatu perairan. Menurut Kordi dan Andi (2007), suhu akan mempengaruhi aktifitas metabolisme organisme, karena suhu dapat dijadikan sebagai faktor pembatas. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum, laju pertumbuhan akan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Selain itu suhu dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian apabila peningkatan suhu sampai ekstrim. Suhu sangat berkaitan erat dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air dan konsumsi oksigen hewan air. Suhu berbanding terbalik dengan konsentrasi jenuh oksigen terlarut, tetapi berbanding lurus dengan laju konsumsi oksigen oleh hewan air dan laju reaksi kimia dalam air. Effendi (2003), menambahkan bahwa semakin

tinggi suhu dan ketinggian tempat serta semakin kecil tekanan atmosfer, kadar oksigen terlarut dalam air semakin kecil.

Menurut Hardjoho dan Djokosetiyanto (2005) dalam Irwan *et al.*, (2009), bahwa suhu air normal adalah suhu air yang memungkinkan makhluk hidup dapat melakukan suatu metabolisme dan berkembang biak. Kenaikan suhu air di badan air penerima, saluran air, sungai, danau dan lain sebagainya akan menimbulkan akibat sebagai berikut; (1) Jumlah oksigen terlarut didalam air menurun; (2) Kecepatan reaksi kimia meningkat; (3) Kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, maka akan menyebabkan ikan dan hewan air lainnya mati.

Menurut Pararaja (2009), kenaikan suhu air dan penurunan pH akan mengurangi adsorpsi senyawa logam berat pada partikulat. Suhu air yang lebih dingin akan meningkatkan adsorpsi logam berat ke partikulat untuk mengendap di dasar. Sementara saat suhu air naik, senyawa logam berat akan melarut di air karena penurunan laju adsorpsi ke dalam partikulat. Logam yang memiliki kelarutan yang kecil akan ditemukan di permukaan air selanjutnya dengan perpindahan dan waktu tertentu akan mengendap hingga ke dasar, artinya logam tersebut hanya akan berada di dekat permukaan air dalam waktu yang sesaat untuk kemudian mengendap lagi. Pengendapan logam berat akan meningkatkan konsentrasi logam tersebut dalam sedimen. Sehingga, mempengaruhi keberadaan logam berat dalam hemosit *Corbicula javanica*. Toleransi suhu untuk beberapa bivalvia tidak sama, tetapi pada tiram dapat hidup pada suhu 4°C sudah dapat ditemukan pada tiram *Ostrea edulis*. Sedangkan pada *Corbicula* dapat hidup pada suhu 15°C-16°C bahkan di atas 16°C *Corbicula* dapat hidup (Kramer, 2008).

2.6.2 pH

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH singkatan dari (*Puissance negative de H*) adalah logaritma kepekatan ion-ion *hydrogen* yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH air menunjukkan aktivitas ion *hydrogen* dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai ion *hydrogen* (dalam mol per liter) pada suhu tertentu (Kordi dan Ghufuran, 2004).

Menurut Notohadiprawiro (2006), pH berpengaruh langsung atas kelarutan unsur logam berat. Kenaikan pH menyebabkan logam berat mengendap. Secara tidak langsung pH dipengaruhi oleh kapasitas tukar kation (KTK). Sebagian KTK berasal dari muatan tetap dan sebagian lagi berasal dari muatan tambahan (*variable charge*). Menurut Madjid (2012), KTK muatan permanen atau tetap adalah jumlah kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid liat dengan sumber muatan negatif berasal dari mekanisme substitusi *isomorph*. Substitusi *isomorph* adalah mekanisme pergantian posisi antar kation dengan ukuran atau diameter kation hampir sama tetapi muatan berbeda. Substitusi *isomorph* ini terjadi dari kation bervalensi tinggi dengan kation bervalensi rendah di dalam struktur lempeng liat, baik lempeng liat *Si-tetrahedron* maupun Al-oktahedron.

KTK muatan tidak permanen atau muatan tambahan adalah jumlah kation yang dapat dipertukarkan pada permukaan koloid liat dengan sumber muatan negatif liat bukan berasal dari mekanisme substitusi *isomorph* tetapi berasal dari mekanisme patahan atau sembulan di permukaan koloid liat, sehingga tergantung pada kadar H^+ dan OH^- dari larutan tanah. Muatan terubahkan tergantung pada pH yang meningkat sejalan dengan peningkatan pH. Maka peningkatan pH membawa peningkatan KTK. Logam berat terjerap lebih banyak atau lebih kuat sehingga mobilitasnya menurun. Menurut Palar (1992) dalam Fitriyah (2007), kelarutan logam dalam air dikontrol oleh pH air. Kenaikan pH

menurunkan logam dalam air. Sehingga mengendap di dasar perairan. Apabila kerang memakan bahan organik yang bercampur dengan logam berat maka konsentrasi logam berat akan bertambah tinggi pada hemositnya.

Masuknya logam di dalam perairan akan berinteraksi dengan berbagai faktor seperti derajat keasaman (pH) sehingga akan berpengaruh terhadap logam. Kenaikan pH dapat menurunkan logam dalam air, karena kenaikan pH mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada air, sehingga akan mengendap yang dapat membentuk lumpur (Palar, 1994).

2.6.3 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut atau biasa disebut dengan DO adalah faktor pembatas bagi kehidupan organisme. Perubahan konsentrasi oksigen terlarut dapat menimbulkan efek langsung yang berakibat pada kematian organisme perairan. Sedangkan pengaruh yang tidak langsung adalah meningkatkan toksisitas bahan pencemar yang pada akhirnya dapat membahayakan organisme itu sendiri. Hal ini disebabkan oksigen terlarut digunakan untuk proses metabolisme dalam tubuh dan berkembang biak (Rahayu, 1991 dalam Irawan *et al.*, 2009).

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam suatu proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik.

Keperluan suatu organisme terhadap oksigen *related* bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya. Peranan oksigen sangat penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan biologis yang dilakukan oleh organisme aerobik atau anaerobik. Dalam kondisi aerobik, peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrient yang pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi aerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrien dan gas. Karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga, sebagaimana diketahui bahwa oksigen berperan sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan tidak beracun (Salmin, 2005).

Oksigen juga sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pernapasan. Organisme tertentu, seperti mikroorganisme, sangat berperan dalam menguraikan senyawa kimia beracun menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan tidak beracun. Karena peranannya yang penting ini, air buangan industri dan limbah sebelum dibuang ke lingkungan umum terlebih dahulu diperkaya kadar oksigennya (Salmin, 2005).

Menurut Pararaja (2009), pada daerah yang kekurangan oksigen, misalnya akibat kontaminasi bahan-bahan organik, daya larut logam berat akan menjadi lebih rendah dan mudah mengendap. Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah ke dalam sedimen dan berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang melapisi permukaan sedimen, dan penyerapan

langsung oleh permukaan partikel sedimen. Materi organik yang mengandung logam berat tersebut akan masuk ke tubuh kerang sehingga terakumulasi dalam darahnya.

2.6.4 Amonia

Amonia adalah senyawa nitrogen yang berubah menjadi ion NH_4 dan memiliki pH rendah. Keberadaan amonia di alam diperlukan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang besar. Amonia berasal dari limbah domestik dan limbah pakan ikan. Selain itu, ammonia berasal dari denitrifikasi pada dekomposisi limbah oleh mikroba pada kondisi anaerob (Sastrawijaya, 2000).

Tinja dari biota akuatik merupakan limbah aktivitas metabolisme yang mengeluarkan amonia. Sumber ammonia yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri, dan domestik. Amonia yang terdapat dalam mineral masuk ke badan air melalui erosi tanah. Di perairan alami, pada suhu dan tekanan normal, amonia berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan gas amonium. Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan ammonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase amonia bebas meningkat dengan meningkatnya pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amonia akan mengalami ionisasi. Sebaliknya, pada pH lebih besar dari 7, amonia tidak terionisasi yang bersifat toksik terdapat jumlah yang lebih banyak (Novotny dan Olem, 1994 *dalam* Effendi, 2003).

Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0.1 mg/L (McNeely *et al*, 1979 *dalam* Effendi, 2003). Kadar ammonia bebas yang tidak terionisasi (NH_3) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0.02 mg/L, perairan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978 *dalam* Effendi, 2003).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandungan logam berat Pb, Cd, dan Hg di air serta gambaran profil hemosit (*Total Haemocyte Count* / THC dan *Differential Haemocyte Count* / DHC) pada *Corbicula javanica*. Selain itu dilakukan pengukuran kualitas air meliputi : suhu, pH, DO (*Dissolved Oxygen*), dan amonia pada media tempat hidup *Corbicula javanica* tersebut.

3.2 Alat dan Bahan

Pengukuran kualitas air dilakukan secara langsung. Pengambilan sampel dilakukan pada waktu yang sama dengan pengambilan sampel *Corbicula javanica*. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, adalah metode survei yang dapat dijelaskan secara deskriptif dengan menggambarkan suatu keadaan lokasi penelitian secara nyata sesuai dengan yang ada di lapang dan dibuktikan dengan analisa data. Menurut Singarimbun (1989) dalam Wulandari (2010), penelitian survei adalah suatu penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi sebagai alat pengumpulan data yang utama atau pokok. Menurut Kharisma dan Manan (2012), metode deskriptif adalah suatu metode yang bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum, sistematis, faktual dan valid mengenai data- data yang berupa fakta-fakta dan sifat populasi tertentu dari suatu kegiatan.

Metode survei deskriptif merupakan suatu metode untuk memperoleh data yang ada pada saat penelitian dilakukan dan bertujuan untuk menjelaskan pembahasan dan permasalahan penelitian (Sasmaya, 2011). Sedangkan, data adalah suatu informasi atau keterangan mengenai suatu hal yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Dalam kegiatan penelitian ini, data yang dikumpulkan meliputi :

a) Data Primer

Menurut Mulyanto (2008), data primer merupakan suatu data atau informasi yang diperoleh dari sumber pertama. Data primer dapat berupa data data yang bersifat kuantitatif dan diperoleh dari hasil observasi, partisipasi aktif dan wawancara dengan pihak terkait. Data primer yang diambil dalam penelitian meliputi parameter utama kualitas perairan yang diukur meliputi suhu, pH, Oksigen Terlarut (DO), amonia, kandungan logam berat Pb, Cd, Hg serta hasil *Total Haemocyte Count* (THC) dan *Differential Haemocyte Count* (DHC) pada *Corbicula javanica* yang ditinjau dari logam berat Pb, Cd, dan Hg.

b) Data Sekunder

Data sekunder merupakan suatu data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. Menurut Mulyanto (2008), data sekunder yang diperoleh dari pihak lain (telah diolah) dan disajikan baik oleh pengumpul maupun pihak lain. Data sekunder di dalam penelitian ini didapatkan dari laporan, jurnal, buku, situs internet serta kepustakaan yang dapat menunjang dari penelitian ini meliputi data suhu, pH dan Oksigen terlarut, amonia, THC dan DHC serta peta lokasi penelitian.

3.4 Penentuan stasiun

Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan survei lokasi terlebih dahulu di Instalasi Budidaya Air Tawar (IBAT) Punten Kota Batu dan UPT PTPB

Kepanjen Kabupaten Malang (yang ditinjau dari kadar logam berat Pb, Cd dan Hg. Lokasi pengambilan sampel terletak di 3 stasiun yang berada di kolam budidaya baik di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang. Penentuan stasiun ini didasarkan pada kolam yang berbeda sumber aliran airnya dan lokasi dari kolam tersebut. Berdasarkan pertimbangan tersebut dan hasil pengamatan di lapang, maka di IBAT Punten Kota Batu, stasiun (1) merupakan kolam semi beton dan digunakan sebagai kolam induk. Kolam ini terletak di atas dan sumber airnya berasal dari parit kecil yang dialirkan ke kolam yang airnya berasal dari sumber Brantas sebelum masuk ke area IBAT Punten Kota Batu dan melewati area pemukiman warga sekitar. Stasiun (2) merupakan kolam tradisional (kolam benih) dan terletak di tengah yang airnya melalui parit kecil yang sumber aliran airnya berasal dari kolam yang berada di atasnya, sedangkan stasiun (3) merupakan kolam semi beton yang terletak paling bawah. Kolam ini berdekatan dengan kolam pengendapan yang berada di pintu keluar air.

Sedangkan penentuan stasiun di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, stasiun (1) merupakan kolam semi beton yang lokasinya berdekatan dengan kantor para pegawai di UPT PTPB Kepanjen, dan sumber airnya berasal dari sumur bor, stasiun (2) merupakan kolam semi beton yang lokasinya berdekatan dengan budidaya cacing dan stasiun (3) merupakan kolam semi beton yang lokasinya berdekatan dengan kegiatan pertanian. Dalam penentuan lokasi stasiun tersebut, didasarkan pada aktivitas antropogenik (perikanan budidaya, pertanian dan pemukiman) dan sumber pencemaran yang berbeda. Penelitian mengenai profil hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di lakukan dua kali pengulangan waktu, yaitu minggu pertama dan minggu kedua untuk mendapatkan variasi data serta tidak menimbulkan bias data.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama yang terdiri dari :

3.5.1 Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah mengukur kadar logam berat Pb, Cd, Hg di air pada kolam budidaya ikan air tawar di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.

3.5.2 Penelitian utama

Penelitian utama ini terdiri dari beberapa tahap yaitu :

a. Pengambilan *Corbicula javanica*

Corbicula javanica di ambil dari kolam ikan di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, *Corbicula javanica* yang dipilih memiliki kriteria :

- *Corbicula javanica* yang masih hidup
- Memiliki ukuran yang tidak berbeda yaitu panjangnya sekitar 3 cm.

Kerang yang digunakan dari 6 stasiun (3 stasiun di IBAT Punten Kota Batu dan 3 stasiun di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang) dengan asumsi kadar Pb, Cd dan Hg yang diperoleh berbeda dari 6 stasiun tersebut. *Corbicula javanica* yang di ambil pada tiap stasiun terlebih dahulu harus dibersihkan dari lumpur, *Corbicula javanica* tidak langsung diambil hemositnya sehingga di letakkan ke dalam akuarium yang berisi air kolam asalnya. Keesokan harinya hemositnya diambil. Menurut Wulandari (2010), *Haemolymph* diambil menggunakan spuit berukuran 1 mL dan jarum berukuran 25-G pada bagian pallial sinus kerang. Sebelumnya syringe plastic yang berukuran 1 mL diisi dengan Na-Sitrat 10% sebanyak 0.1 mL sebagai antikoagulan untuk menghindari penggumpalan hemosit. Kemudian diambil hemositnya sebanyak

0.1 mL, dicampurkan kemudian dipindahkan ke *Eppendorf* lalu disimpan dalam *coolbox*.

b. **Pengukuran logam berat air sampel**

Pengukuran logam berat air sampel dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) yang dilakukan di laboratorium Kimia Analitik, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya, Malang. Pengukuran sampel (dalam bentuk cairan) dilakukan dengan menggunakan lampu katoda, metode yang biasa digunakan di laboratorium tersebut adalah sebagai berikut :

- Air sampel diambil dengan pipet volume (50ml) kemudian dimasukkan Erlenmeyer (100 ml).
- Aquaregia ditambahkan sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan diatas hot plate sampai kering lalu di dinginkan.
- HNO_3 2.5 N ditambahkan sebanyak 5 ml kemudian dipanaskan hingga mendidih lalu didinginkan.
- Sampel yang sudah didinginkan disaring sebanyak 10 ml ke labu ukur dan ditambahkan aquades sampai tanda batas kemudian dikocok sampai homogen.
- Sampel diukur menggunakan AAS dengan memakai lampu katoda yang sesuai dengan logam yang akan diuji dan mencatat absorbansinya. (Misal : jika ingin menentukan kadar logam Pb maka menggunakan lampu Pb, begitu juga dengan logam lainnya menggunakan lampu yang sesuai).

c. **Analisis Total Haemocyte Count (THC) dan Differential Haemocyte Count (DHC)**

Pengambilan hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) pada penelitian ini mengacu pada metode yang tertera di Laboratorium Parasit dan Penyakit

Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang (2015), yang mengacu pada Delaporte *et al* (2003), hemosit diambil pada bagian aduktor Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) karena pada bagian tersebut banyak terdapat hemolim. Perbandingan yang digunakan pada sampel THC dan DHC adalah 1:1:1 (0.1 mL Na Sitrat: 0.1 mL hemosit: 0.1 *Tripanblue*). Sebelum digunakan untuk mengambil hemosit Kerang Jawa, *syringe* 1 mL di isi Na sitrat 10% terlebih dahulu sebanyak 0.1 mL sebagai antikoagulan agar hemosit tidak menggumpal. Hemosit yang sudah diambil kemudian dipindahkan ke appendorf yang sudah diisi 0.1 mL *tripanblue* sebagai larutan pewarna lalu dikocok searah secara perlahan dan didiamkan selama 5 menit. Sampel hemosit yang sudah tercampur diberi label sesuai dengan masing-masing stasiun agar tidak tertukar. Setelah itu diambil sampel yang telah dibuat sebanyak 0.2 mL kemudian ditetaskan pada *Haemocytometer* dan diamati dibawah mikroskop, lalu dihitung THC dan DHC, dengan rumus :

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

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

$$1. \text{ Hyalin} = \frac{\text{Jumlah sel Hyalin}}{\text{Jumlah Total Hemosit}} \times 100 \%$$

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

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

d. Analisa Kualitas Air

Parameter yang diukur meliputi suhu, pH, Oksigen Terlarut (DO), dan amonia. Tujuan analisa kualitas air ini untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan tempat hidup *Corbicula javanica* tersebut.

1. Suhu (SNI, 2005)

Pengukuran suhu dengan menggunakan alat yaitu thermometer Hg.

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara :

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

2. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH air menunjukkan suatu aktivitas dari ion hydrogen di dalam larutan tersebut dan dapat dinyatakan sebagai konsentrasi ion hydrogen (dalam mol per liter) (Kordi dan Ghufuran, 2004). Menurut Hariyadi *et al.*, (1992), prosedur analisis derajat keasaman (pH) pada suatu perairan dilokasi penelitian adalah sebagai berikut :

- Memasukkan pH paper ke dalam air sekitar 5 menit.
- Mengangkat pH paper ke atas dan dikibaskan hingga setengah kering.
- Mencocokkan perubahan warna Ph paper pada kotak standart.

3. Pengukuran DO (Dissolved Oxygen) (SNI, 2005)

Pengukuran DO dengan menggunakan alat yaitu DO meter. Pengukuran DO dilakukan dengan cara :

- Mengkalibrasi secara ganda yaitu standarisasi dengan udara bebas (20,8-21 ppm) dan pada kondisi jenuh (100 ppm).
- Mengambil air sampel dengan menggunakan botol sampel .
- Mencelupkan elektroda ke dalam air sampai batas yang telah ditentukan.

- Menunggu hingga angka digit tidak berubah lagi.
- Membaca angka atau skala yang ditunjukkan jarum.

4. Amonia (SNI, 2005)

Pengukuran amonia menggunakan metode uji SNI 06-6989.30-2005 dengan cara sebagai berikut :

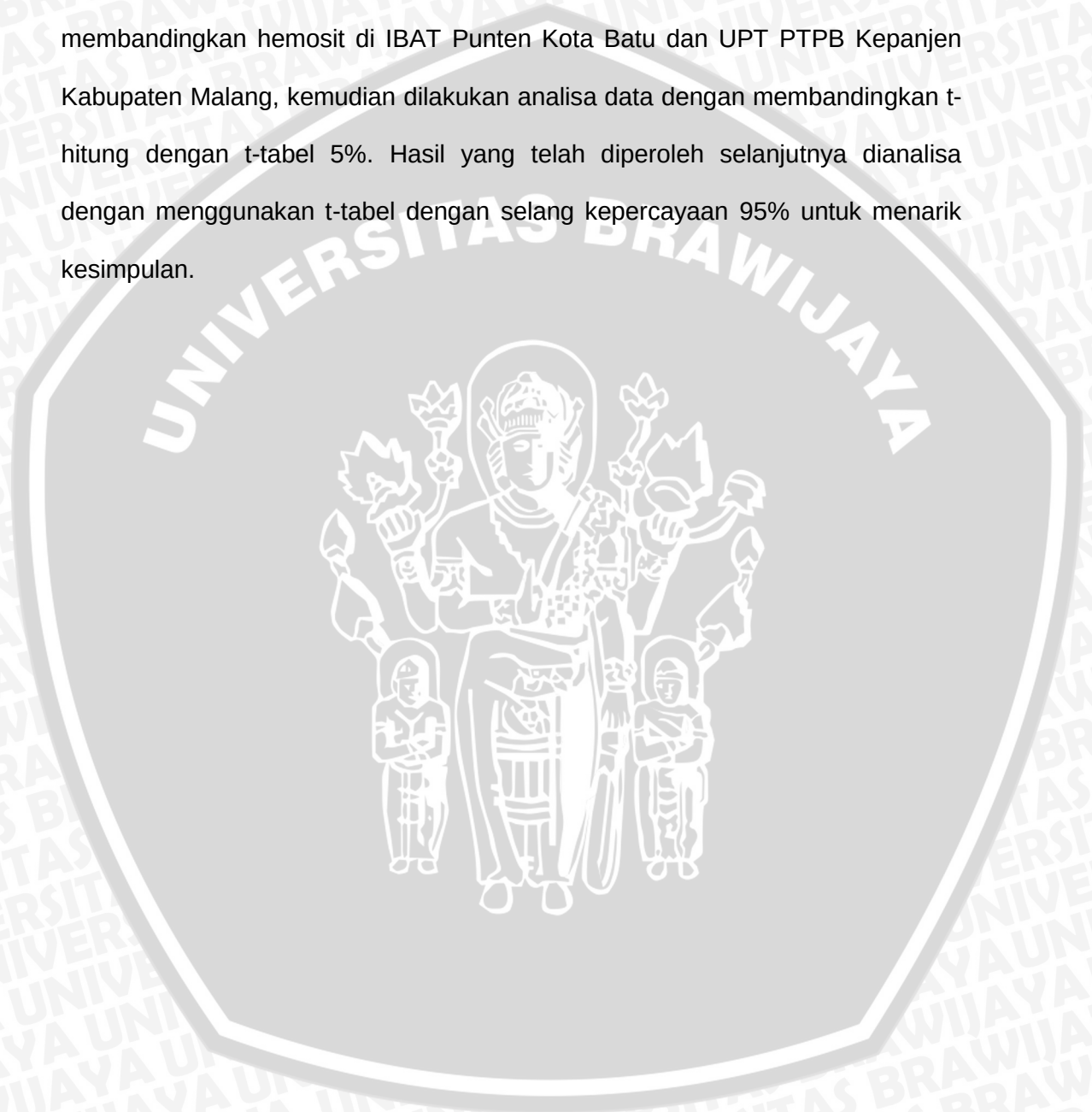
- Memasukkan 25 mL air sampel ke dalam Erlenmeyer.
- Menambahkan 1 mL larutan fenol dan menghomogenkannya.
- Menambahkan 2.5 mL larutan pengoksidasi dan menghomogenkannya.
- Selanjutnya Erlenmeyer ditutup dengan plastic atau paraffin film.
- Membiarkan larutan pada Erlenmeyer selama 1 jam agar terbentuk warna dengan sempurna.
- Membiarkan larutan sekitar 10 menit agar terbentuk warna dengan sempurna. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam cuvet.
- Memasukkan larutan ke dalam cuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 640 nm.

e. Analisis Data

Data yang didapat dari suatu penelitian ini menggunakan analisa deskriptif yaitu dengan menampilkan data dalam bentuk tabel, gambar dan histogram dari beberapa tahap penelitian, sehingga menghasilkan suatu informasi untuk mengetahui tingkat pencemaran logam berat di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Malang dan analisa dari gambaran hemosit THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) pada Kerang Jawa (*Corbicula javanic*).

Dalam penelitian ini untuk mengetahui perbedaan hemosit di kedua lokasi (IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang

menggunakan Uji-t (test) *independent* dengan menggunakan software SPSS 16.0 merupakan uji statistik yang sering kali ditemui dalam masalah-masalah praktis statistika Uji-t termasuk dalam golongan parametrik. Statistik uji ini digunakan dalam pengujian hipotesis Uji-t dalam penelitian ini digunakan untuk membandingkan hemosit di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, kemudian dilakukan analisa data dengan membandingkan t-hitung dengan t-tabel 5%. Hasil yang telah diperoleh selanjutnya dianalisa dengan menggunakan t-tabel dengan selang kepercayaan 95% untuk menarik kesimpulan.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi stasiun pengamatan (IBAT Punten Kota Batu)

Menurut Haswin (2015), secara Geografis, Instalasi Budidaya Air Tawar (IBAT) Punten berada di desa Sidomulyo, Kota Batu, Provinsi Jawa Timur. Lokasi desa terletak sekitar 1.100 meter dari permukaan air laut, dengan suhu udara berkisar antara 19°C – 28°C, sedangkan suhu air berkisar antara 17°C – 23°C, curah hujan rata – rata 2.000 mm per tahun. Pencapaian kearah lokasi relatif mudah, karena IBAT Punten terletak dipinggir jalan raya Malang – Batu, dan jarak dari ibu kota Kotatiff ± 10 Km. Peta stasiun penelitian di IBAT Punten Kota Batu dapat terlihat pada Lampiran 2. Adapun batas – batas IBAT Punten Kota Batu adalah :

1. Sebelah Utara : Desa Punten
2. Sebelah Selatan : Kota Batu
3. Sebelah Barat : Gunung Sari
4. Sebelah Timur : Desa Bumiaji

4.1.1 Stasiun 1

Stasiun 1 di IBAT Punten Kota Batu merupakan kolam semi beton yang digunakan sebagai kolam induk, dengan memiliki luas kolam 720 m². Kolam semi beton merupakan suatu kolam yang pada bagian dasarnya merupakan kolam tanah dan pada bagian pinggiran kolam berupa beton. Stasiun 1 ini dipilih sebagai kolam pengambilan sampel di dalam penelitian karena mewakili kondisi kolam yang berada dibagian atas. Sumber air dari stasiun 1 ini berasal dari parit kecil yang dialirkan ke kolam yang airnya berasal dari sumber Brantas. Sebelum masuk ke area IBAT Punten Kota Batu, air ini melewati area pertanian milik

warga sekitar Punten. Lokasi stasiun 1 di IBAT Punten Kota Batu dapat terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Lokasi Stasiun 1 (Kolam Induk)

4.1.2 Stasiun 2

Stasiun 2 di IBAT Punten Kota Batu ini yang dijadikan suatu tempat pengambilan sampel merupakan kolam tradisional yang digunakan sebagai kolam benih. Kolam tradisional merupakan suatu kolam yang seluruh bagiannya terbuat dari tanah, yaitu memiliki dasar kolam dan pinggirannya masih berupa tanah. Sumber airnya berasal dari parit kecil yang berasal dari aliran kolam yang berada di atas. Lokasi stasiun 2 tempat pengambilan sampel dapat terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Lokasi Stasiun 2 (Kolam Benih)

4.1.3 Stasiun 3

Stasiun 3 yang ada di IBAT Punten Kota Batu ini dijadikan untuk tempat pengambilan sampel. Kolam ini merupakan kolam semi beton yang digunakan sebagai kolam pembesaran. Letaknya dibagian bawah di IBAT Punten Kota Batu. Kolam semi beton merupakan kolam yang bagian dasarnya berupa tanah dan bagian pinggirnya berupa beton. Pada stasiun 3 ini merupakan kolam yang berdekatan dengan kolam pengendapan yang berada di pintu keluar air dan dekat dengan kegiatan pertanian. Sumber airnya, berasal dari berbagai macam kolam dan parit kecil yang airnya berasal dari kolam yang berada di atas. Lokasi stasiun 3 di IBAT Punten Kota Batu ini dapat terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Lokasi Stasiun 3 (Kolam Pembesaran)

4.2 Deskripsi stasiun pengamatan (UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang)

Lokasi pembanding yang digunakan di dalam penelitian ini adalah UPT Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (PTPB) Kepanjen yang terletak di Desa Panggungrejo, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, tepatnya di Jalan Trunojoyo No. 12, Provinsi Jawa Timur. UPT PTPB ini termasuk dataran rendah dengan ketinggian 358 meter di atas permukaan laut. Suhu harian rata-rata berkisar antara 25-30°C dengan curah hujan rata-rata 600-1000 mm/tahun.

Peta stasiun penelitian di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dapat terlihat pada Lampiran 2.

UPT PTPB Kepanjen mempunyai batas-batas sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Jalur jalan Kepanjen-Gondanglegi (Kantor BKKBN, KUD)
- Sebelah Selatan : Tanah hak yayasan
- Sebelah Timur : Persawahan dan Perumahan
- Sebelah Barat : Jalur jalan Kepanjen-Sengguruh (Batalyon Zipur 5)

4.2.1 Stasiun 1

Stasiun 1 di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang yang dijadikan sebagai tempat penelitian ini merupakan kolam semi beton yang dijadikan sebagai kolam pembenihan ikan nila. Kolam ini berbentuk empat persegi panjang dengan konstruksi dinding beton dan dasarnya berupa tanah. Dasar kolam dibuat miring pada sisi *outletnya* untuk mempermudah pembuangan air dan penyaringan benih. Sumber air dari kolam Benton ini bersumber dari sumur bor dan Sungai Molek. Kolam pada stasiun 1 dapat terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Lokasi stasiun 1 (Kolam pembenihan)

4.2.2 Stasiun 2

Stasiun 2 di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang ini merupakan kolam semi beton. Kolam ini berbentuk empat persegi panjang dengan

konstruksi dinding beton dan dasarnya berupa tanah. Sumber air dari kolam ini berasal dari sumur bor . Bagian belakang kolam ini berbatasan langsung dengan area pertanian. Stasiun 2 di UPT PTPB dapat terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Lokasi stasiun 2

4.2.3 Stasiun 3

Stasiun 3 di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang yang digunakan sebagai tempat penelitian ini merupakan kolam semi beton yang digunakan sebagai kolam pendederan. Kolam ini memiliki kubangan yang merupakan bagian dari saluran dasar pembuangan air dan tempat berkumpulnya ikan serta sebagai tempat penangkapan ikan. Kolam pada stasiun 3 ini dapat terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Lokasi stasiun 3 (Kolam Pendederan Ikan Nila)

4.3 Sebaran Ukuran *Corbicula javanica*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil ukuran rata-rata *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu (Tabel 1) dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang (Tabel 2). Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur panjang, lebar dan tinggi dari cangkang *Corbicula javanica* (Gambar 9) sebanyak 3 kali ulangan dalam masing-masing stasiun. Variasi ukuran *Corbicula javanica* yang ditemukan di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang berkisar antara 2.0 cm sampai 4.5 cm.

Tabel 1. Hasil Pengukuran (Panjang, Tinggi, dan Lebar) Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di IBAT Punten Kota Batu

Stasiun	Ulangan	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)
1	1	3.20	2.15	1.15
	2	3.95	2.30	1.40
	3	3.00	2.05	1.10
	Rata-rata	3.38	3.38	2.17
Standar Deviasi		0.50	0.13	0.16
2	1	3.60	2.80	2.00
	2	4.00	3.20	2.40
	3	3.3	2.45	1.85
	Rata-rata	3.63	3.63	2.82
Standar Deviasi		0.35	0.35	0.38
3	1	3.60	3.00	2.65
	2	4.25	3.60	3.00
	3	3.40	2.80	2.20
	Rata-rata	3.75	3.75	3.13
Standar Deviasi		0.44	0.44	0.42

Ukuran Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) dari masing-masing stasiun di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang memiliki ukuran yang paling besar pada stasiun 3 untuk IBAT Puntan Kota Batu, dan stasiun 2 untuk UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang. Ukuran dari Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) diduga dapat mempengaruhi daya akumulasi logam berat.

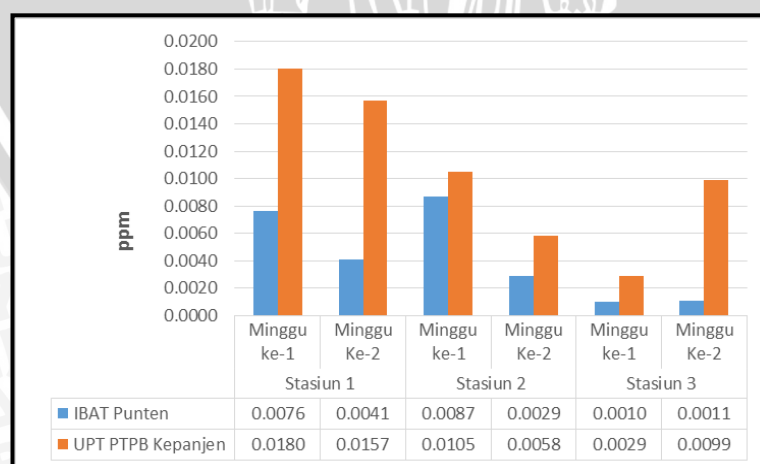
Tabel 2. Hasil Pengukuran (Panjang, Tinggi, dan Lebar) Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang.

Stasiun	Ulangan	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)
1	1	2.60	2.00	1.80
	2	3.00	2.40	2.00
	3	2.45	1.95	1.45
	Rata-rata	2.68	2.68	2.12
Standar Deviasi		0.28	0.28	0.25
2	1	3.80	3.00	2.60
	2	3.40	2.80	2.00
	3	3.40	2.80	2.00
	Rata-rata	3.53	3.53	2.87
Standar Deviasi		0.23	0.23	0.12
3	1	2.60	2.05	1.85
	2	2.80	2.45	2.25
	3	2.00	1.85	1.30
	Rata-rata	2.47	2.47	2.12
Standar Deviasi		0.42	0.42	0.31

Menurut RudiYanti (2009), menyatakan bahwa kerang yang memiliki ukuran kecil mempunyai kemampuan akumulasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan kerang yang berukuran lebih besar. Hal ini diduga semakin besar ukuran kerang maka akan semakin baik kemampuannya dalam mengeliminasi logam berat. Perbedaan umur dari kerang dapat ditentukan dengan ukuran besar kecilnya dari kerang tersebut (Aditya, 2012). Kerang yang paling muda biasanya ukurannya lebih pendek daripada kerang yang paling tua. Perbedaan suatu ukuran pada kerang juga dapat mempengaruhi laju penyerapan suatu logam berat. Sesuai pendapat Widiati (2010), bahwa semakin besar ukuran dari bivalvia maka penyerapan suatu logam berat Pb akan semakin besar.

4.4 Hasil Analisa Logam Berat pada Air

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada Bulan Desember 2015, dapat diketahui bahwa IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang mengandung logam berat Pb, Cd, dan Hg dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada tiap stasiun, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 12 (Logam berat Pb), Gambar 13 (Logam Berat Cd) dan Gambar 14 (Logam Berat Hg).



Gambar 12. Histogram Hasil Pengukuran Logam Berat Pb

Hasil penelitian yang didapatkan pada pengukuran logam berat Pb di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, nilai logam berat Pb di IBAT Punten Berkisar 0.0041-0.0087 ppm dan UPT PTPB Kepanjen berkisar 0.001-0.0180 ppm. Nilai logam berat Pb tertinggi berada di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dikarenakan UPT PTPB Kepanjen masih merupakan wilayah dari Kabupaten Malang Jawa Timur yang saat ini sedang mengalami peningkatan di sektor transportasi dengan adanya penambahan penduduk dan pendatang, sehingga dapat dipastikan penggunaan bahan bakar yang digunakan semakin meningkat. Bahan bakar seperti bensin memiliki kandungan Pb dan tidak dapat terurai sehingga terlepas di udara dan dapat mencemari udara bahkan perairan. Menurut Suhendrayatna (2001), sumber utama timbal adalah dari komponen gugus alkil timbal yang digunakan sebagai bahan aditif bensin. Diduga dengan semakin banyaknya bahan bakar yang digunakan maka dapat menimbulkan semakin meningkatnya Pb.

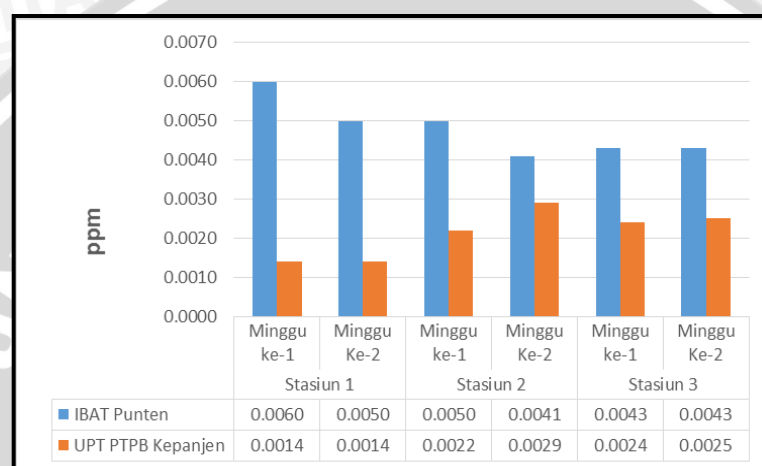
Menurut Darmono (1995), logam berat timbal (Pb) berbahaya karena bersifat biomagnifikasi, yaitu dapat terakumulasi dan tinggal dalam jaringan tubuh organisme dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. Fardiaz (1992) menambahkan bahwa daya racun dari logam berat ini disebabkan terjadi penghambatan proses kerja enzim oleh ion-ion Pb^{2+} . Penghambatan tersebut menyebabkan terganggunya pembentukan hemoglobin darah. Hal ini disebabkan adanya bentuk ikatan yang kuat (Ikatan kovalen) antara ion-ion Pb^{2+} dengan gugus Sulphur di dalam asam-asam amino. Dapat disimpulkan bahwa logam berat Pb di IBAT Punten Kota Batu dan UPT Kepanjen Kabupaten Malang berkisar 0.000-0.01 ppm, merupakan nilai Pb yang masih dapat di toleransi oleh lingkungan, dan organisme masih mampu bertahan

hidup. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, bahwa logam berat Pb untuk kelas 2 dan 3 (Bidang Perikanan) maksimal 0.03 ppm.

Hubungan logam berat Pb di perairan dengan THC (*Total Haemocyte Count*) memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.8316 yang artinya tingkat determinasi (R^2) pada perairan terhadap semi THC sebesar 83.16 % dan THC pada Kerang Jawa *Corbicula javanica* dipengaruhi oleh faktor lain sebesar 16.84 % tersebut dapat berupa faktor abiotik dan biotik. Tingkat korelasi (r) sebesar 0.911921. Menurut Walpole (1995) menyatakan, bahwa tingkat r koefisien dibedakan menjadi 5 interval, yaitu 0.00 sampai 0.199 memiliki tingkat hubungan sangat rendah, 0.20-0.399 rendah, 0.40 sampai dengan 0.599 cukup, 0.60 sampai dengan 0.799 kuat dan 0.8 sampai 1 sangat kuat. Hasil analisis tersebut menyatakan bahwa logam berat Pb di perairan memiliki pengaruh hubungan yang sangat kuat dengan THC pada *Corbicula javanica*. Semakin meningkatnya nilai logam berat Pb di perairan maka akan dapat menurunkan nilai dari THC (*Total Haemocyte Count*) pada Kerang Jawa (*Corbicula javanica*). Sesuai dengan pendapat Yuliana *et al.*, (2012), bahwa kijing yang mengandung logam berat Pb akan turun kandungan Pb nya apabila diberi perlakuan aliran air (arus). Serta kijing jika mendapat paparan Pb yang tinggi dari perairan, sehingga nilai THC akan semakin menurun.

Semakin tinggi konsentrasi Pb maka jumlah hemosit atau THC semakin menurun. Tingginya kandungan logam berat Pb dalam kijing terjadi karena intensitas masuknya logam ke dalam tubuh bivalvia tersebut yang terus menerus, sehingga hemosit mempunyai keterbatasan dalam merespon bahan pencemar yang terus masuk ke dalam tubuh. Lama kelamaan akan bisa menyebabkan perubahan atau kerusakan struktur sel dalam tubuh yang pada akhirnya bisa menyebabkan kematian pada kijing karena keterbatasan organ tubuh mengeliminasi bahan pencemar sangat kecil dibandingkan dengan

intensitas atau banyaknya bahan pencemar yang masuk ke dalam tubuh kijing tersebut. Akumulasi Pb pada bivalvia berdampak pada penurunan THC yang berakibat pada penurunan respon imunnya, dimana fungsi sistem imun adalah memberikan perlindungan terhadap agen pathogen (bakteri, virus, dan fungi) dan untuk membuang komponen asing termasuk polutan kimia (Cheng *et al.*, 2004).



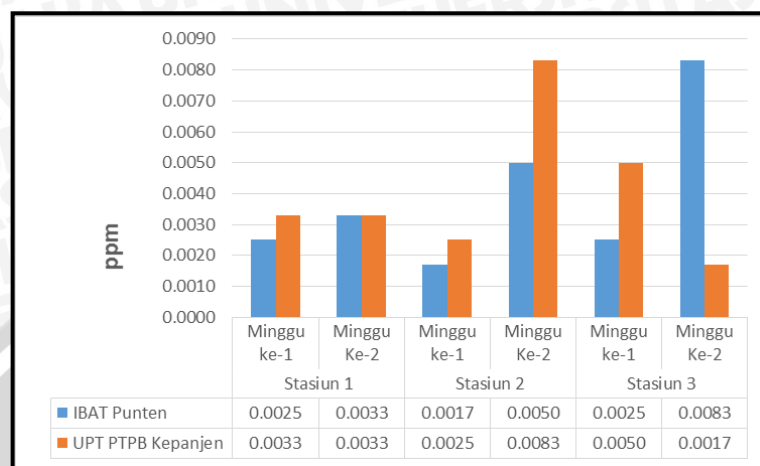
Gambar 13. Histogram Hasil Pengukuran Logam Berat Cd

Hasil penelitian yang didapatkan pada pengukuran Cd di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, diperoleh nilai Cd tertinggi di seluruh stasiun yang ada di IBAT Punten Kota Batu dibandingkan dengan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dengan nilai berkisar 0.004-0.006 ppm. Hal tersebut diduga logam berat Cd berasal dari aktivitas penduduk di sekitar IBAT Punten Kota Batu yang diketahui membuang limbah rumah tangga secara langsung ke perairan, dan sebagian besar limbah tersebut didominasi oleh limbah plastik. Amoroso *et al.*, (2013) menyatakan, bahwa logam berat Cd memiliki toksik yang tinggi dan sering ditemukan pada pigmen plastik. Putri dan Aunuroohim (2013) menambahkan cadmium (Cd) merupakan suatu logam berat yang dapat menimbulkan efek negatif terhadap ekosistem dan manusia. Apabila masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul

di dalam ginjal, hati dan sebagian dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Organisme yang sangat rentan terhadap kontaminasi Cd adalah organisme perairan yang menetap (sesil) karena sifat logam berat cenderung mengendap dibagian bawah perairan (Rumahlatu, 2011). Logam berat Cd di IBAT Puntun Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang berkisar 0.004-0.006 ppm, yang artinya logam berat Cd tersebut masih dapat di toleransi oleh lingkungan, dan tidak berdampak buruk terhadap organisme air. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, bahwa logam berat Cd untuk kelas 2 dan 3 (Bidang Perikanan) maksimal logam berat Cd sebesar 0.01 ppm.

Hubungan logam berat Cd di perairan dengan THC (*Total Haemocyte Count*) memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.6436 yang artinya tingkat determinasi (R^2) pada perairan terhadap semi granulosit sebesar 64.36 % dan THC pada Kerang Jawa *Corbicula javanica* dipengaruhi oleh faktor lain sebesar 35.64 % tersebut dapat berupa faktor abiotik dan biotik. Tingkat korelasi (r) sebesar 0.802247. Menurut Walpole (1995) menyatakan, bahwa tingkat r koefisien dibedakan menjadi 5 interval, yaitu 0.00 sampai 0.199 memiliki tingkat hubungan sangat rendah, 0.20-0.399 rendah, 0.40 sampai dengan 0.599 cukup, 0.60 sampai dengan 0.799 kuat dan 0.8 sampai 1 sangat kuat. Hasil analisis tersebut menyatakan bahwa logam berat Cd di perairan memiliki pengaruh hubungan yang sangat kuat dengan THC pada *Corbicula javanica*. Semakin bertambahnya nilai logam berat Cd di suatu perairan, maka nilai THC semakin mengalami peningkatan. Namun pada konsentrasi Cd yang terus meningkat, maka THC akan mencapai pada titik maksimum dan kemudian mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan pendapat Cherkasov *et al.*, (2007) dalam Wulandari (2010), menyebutkan pada penelitiannya yang mengambil spesies tiram *Crassostrea virginica*, bahwa pada spesies tiram mudah menyerap polutan seperti cadmium (Cd) yang dapat mengakibatkan penurunan pada parameter

sistem imun yaitu *Total Haemocyte Count* (THC) sehingga menyebabkan penurunan respon imunnya.



Gambar 14. Histogram Hasil Pengukuran Logam Berat Hg

Hasil penelitian yang didapatkan pada pengukuran merkuri (Hg) di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, didapatkan hasil yang bervariasi. Nilai Hg yang tertinggi terletak di stasiun 3 IBAT Punten Kota Batu. Hal ini dikarenakan, lokasi stasiun 3 di UPT PTPB Kepanjen sebesar 0.0083 ppm, terletak di kolam semi beton yang berdekatan dengan area tempat pembuangan sampah. Hasil Hg tertinggi diduga pada stasiun 3 karena sebagai tempat pembuangan akhir (TPA) dan sebagian besar merupakan sampah plastik. Tingginya merkuri juga diduga adanya masukan limbah dari pabrik yang ada di Kepanjen Kabupaten Malang yang mengalirkan limbahnya ke area budidaya. Sesuai dengan pendapat Alfian (2006), sebagian besar merkuri yang terdapat di alam ini dihasilkan oleh sisa industri dalam jumlah ± 10.000 ton setiap tahunnya. Tragedi yang dikenal dengan “*Minamata Disease*” (Penyakit Minamata), berdasarkan penelitian bahwa pencemaran merkuri di Teluk Minamata berasal dari buangan sisa industri plastik.

Logam berat Hg yang masuk ke dalam perairan melibatkan adanya reaksi reduksi dan oksidasi yakni dengan melepaskan elektron. Hal tersebut sesuai

dengan Suseno dan Sahat (2007), yang menyatakan bahwa pada air permukaan merkuri tidak terdapat dalam bentuk ion bebas Hg^{2+} melainkan campuran senyawaan hidroksi dan kompleks kloro merkuri dan proporsi tergantung dari pH dan ion klorida. Suatu logam berat Hg di lingkungan perairan bergantung dari kondisi reduksi oksidasi dan kandungan bahan organik terlarut. Pada pH rendah HgCl_2 dan $\text{CH}_3\text{Hg}^{2+}$, sedangkan pada pH alkalis merkuri dominan dalam bentuk Hg^0 dan $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$. Merkuri dominan dalam bentuk HgCl_4 dan HgOH pada air yang bersifat oksidatif, sedangkan dalam kondisi reduktif dominan dalam bentuk CH_3HgS^- dan HgS^{2-} , sedangkan dalam kondisi yang bervariasi merkuri sering terdapat dalam bentuk CH_3HgCl dan $\text{CH}_3\text{Hg}^{2+}$. Logam berat Hg di air yang ada di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang berkisar 0.002-0.005 ppm masih tergolong rendah dan dapat di toleransi oleh lingkungan, serta organisme air masih mampu bertahan hidup. Sesuai Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, bahwa nilai logam berat Hg untuk kelas 2 dan 3 (Bidang Perikanan) adalah maksimal 0.02 ppm.

Hubungan logam berat Hg di perairan dengan THC memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.8001 yang artinya tingkat determinasi (R^2) pada perairan terhadap hyalin sebesar 80.01 % dan THC pada Kerang Jawa *Corbicula javanica* dipengaruhi oleh faktor lain sebesar 19.99 % tersebut dapat berupa faktor abiotik dan biotik. Tingkat korelasi (r) sebesar 0.89448. Menurut Walpole (1995) menyatakan, bahwa tingkat r koefisien dibedakan menjadi 5 interval, yaitu 0.00 sampai 0.199 memiliki tingkat hubungan sangat rendah, 0.20-0.399 rendah, 0.40 sampai dengan 0.599 cukup, 0.60 sampai dengan 0.799 kuat dan 0.8 sampai 1 sangat kuat. Hasil analisis tersebut menyatakan bahwa logam berat Hg di perairan memiliki pengaruh hubungan yang sangat kuat dengan THC pada *Corbicula javanica*. Semakin meningkatnya logam berat Hg di suatu perairan, maka nilai dari THC pada *Corbicula javanica* mengalami penurunan.

4.5 Hasil Analisis *Total Haemocyte Count* (THC) Kerang Jawa (*Corbicula javanica*)

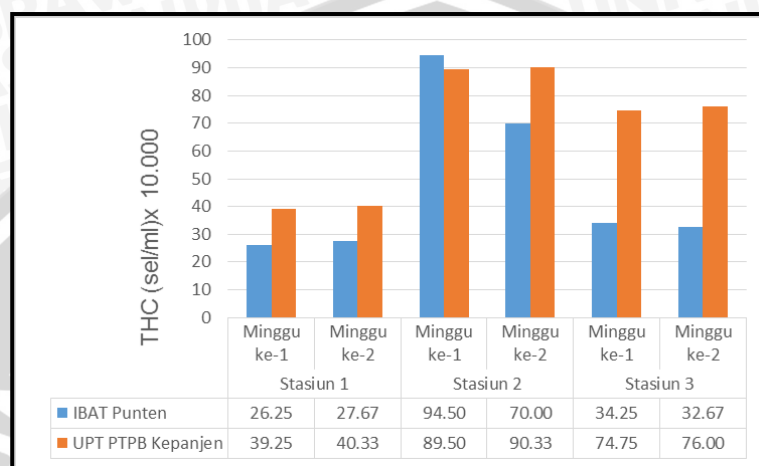
Suatu Kondisi fisiologis dari spesies dapat dilakukan perhitungan THC (*Total Haemocyte Count*). Pengamatan pada THC Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, yang dapat terlihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil pengamatan THC *Corbicula javanica* menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 100x

Hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Gambar 15, bahwa terdapat perbedaan yang terlihat antara sel granulosit, semi granulosit dan hyalinosit. Sel granulosit memiliki bentuk yang lebih besar dan mempunyai granula di dalamnya. Semi granulosit memiliki ukuran yang lebih besar daripada hyalin dan lebih kecil dari granulosit. Sedangkan, Hyalin ukurannya lebih kecil dan tidak bergranula. Kelimpahan hemosit yang beredar atau THC (*Total Haemocyte Count*) yang dihasilkan oleh masing-masing organisme pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jenis sistem peredaran darah, jenis kelamin, *moulting*, status reproduksi dan nutrisi, serta ukuran berat badan (Cheng dan Chen, 2001). Faktor-faktor ekstrinsik yang juga dapat mempengaruhi peningkatan dan penurunan jumlah hemosit yang beredar pada beberapa spesies antara lain adalah suhu, salinitas dan oksigen terlarut (Le Moullac *et al.*, 1998). Menurut pendapat Bhargavan (2008), bahwa jumlah

berbeda antara masing-masing individu dari bivalvia tergantung dari suatu lokasi, temperatur, salinitas dan umur. Jumlah THC (*Total Haemocyte Count*) di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dapat terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Histogram hasil pengamatan THC

Hasil pengamatan yang dilakukan didapatkan hasil kisaran THC (*Total Haemocyte Count*) di IBAT Punten Kota Batu sekitar $26.25 \times 10^4 - 94.50 \times 10^4$ sel/ml, sedangkan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang sekitar $39.25 \times 10^4 - 90.33 \times 10^4$ sel/ml. Dari hasil tersebut mengindikasikan bahwa kondisi Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) dalam keadaan tidak sehat. Menurut Delaporte *et al.* (2003), nilai THC pada bivalvia adalah $6.4 \pm 2.2 \times 10^5$ sel/ml (64×10^4 sel/ml). Nilai THC yang berada di atas kisaran nilai tersebut diduga sedang memproduksi pertahanan tubuh dalam jumlah banyak akibat paparan material asing seperti pathogen. Berdasarkan hasil analisis uji T (Lampiran 5), dimana hubungan antara THC (*Total Haemocyte Count*) di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dengan menggunakan uji T pada aplikasi SPSS 16.0 bahwa $T \text{ hitung} < T \text{ tabel}$, $1.401 < 1.81246$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa THC (*Total Haemocyte Count*) pada IBAT Punten Kota Batu

dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang tidak ada perbedaan yang signifikan.

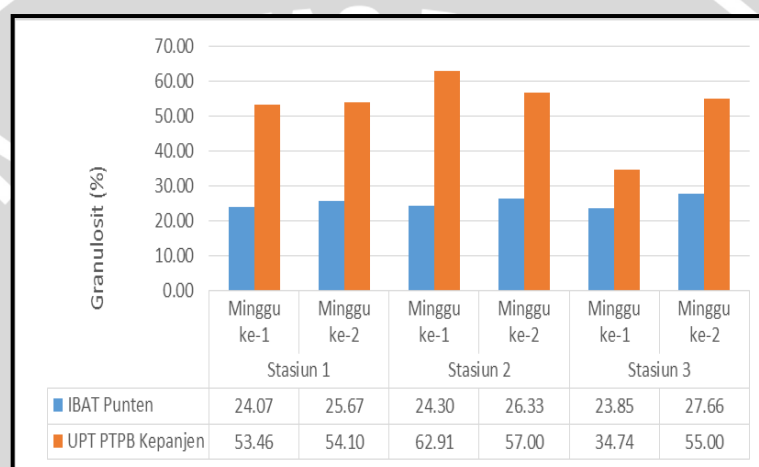
Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa jumlah hemosit pada bivalvia dapat mengalami peningkatan sebagai hasil dari paparan terhadap stress. Respon dari jumlah hemosit terhadap *stressor* lingkungan dapat menyiratkan bahwa jumlah hemosit dapat berubah dari waktu ke waktu dalam jangka waktu yang relatif pendek dan perubahan komposisi pada hemosit kerang dapat berbeda pada masing-masing spesies sebagai akibat dari dinamika asosiasi/disosiasi antara hemosit dan kerang (Ford *et al.*, 1993).

4.6 Hasil Analisis *Differential Haemocyte Count* (DHC) Kerang Jawa (*Corbicula javanica*)

Berdasarkan hasil penelitian pada DHC (*Differential Haemocyte Count*) pada Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) menunjukkan bahwa sel hyalin berbentuk butiran yang relatif kecil dan memiliki bentuk yang beraturan. Sel semi granulosit berbentuk butiran yang lebih besar dari hyalin dan memiliki bentuk yang sedikit tidak beraturan. Kemudian sel granulosit memiliki karakteristik dengan bentuk yang paling besar diantara sel-sel lainnya dan memiliki bentuk yang tidak beraturan. Menurut Le Moullac *et al* (1997) dalam Rantetondok dan Karim (2010), bahwa sel granulosit memiliki ciri-ciri : bentuk bulat, oval, ukuran 13 ± 2.5 mm, nukleus bulat ditengah, sitoplasma berisi granular yang padat dan sangat reaktif dengan jumlah granular eosinophilic yang tinggi. Sesuai pendapat Aladaileh *et al.*, (2007), bahwa pada kelompok bivalvia, salah satunya tiram *S. glomerata* yang dilihat dengan mikroskop cahaya pada perbesaran 400x bahwa tipe-tipe sel hemosit diidentifikasi berdasarkan keberadaannya sebagai indikator untuk membedakan karakteristik sel granulosit dan hyalinosit. Sel granulosit adalah hemosit yang sitoplasmanya mengandung granula, sedangkan sel

hyalinosit adalah hemosit yang pada sitoplasmanya sedikit atau bahkan tidak ada granulanya.

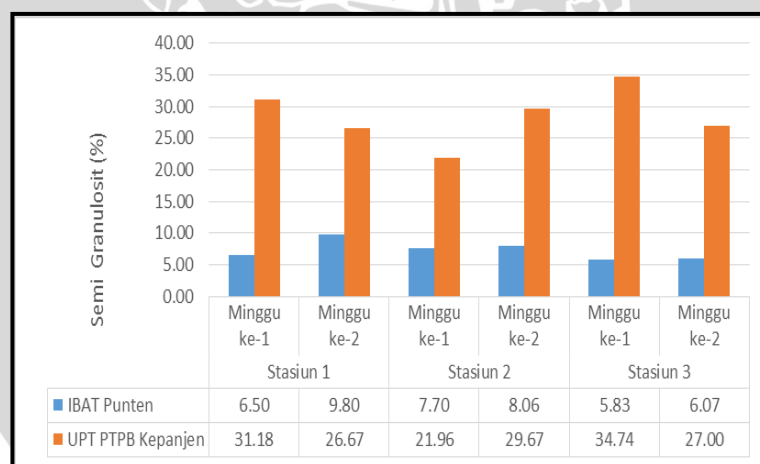
Menurut Kurniawan (2012), sel semi granular memiliki ciri-ciri lebih besar dari hyalin, bentuk oval memanjang dengan jumlah yang jarang namun menyebar. Hasil perhitungan hemosit pada sel granulosit *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang di tunjukkan pada grafik dalam Gambar 17.



Gambar 17. Histogram hasil pengamatan sel granulosit

Hasil pengamatan profil hemosit pada *Corbicula javanica* yang sudah dilakukan, didapatkan hasil perhitungan pada sel granulosit di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan di IBAT Punten. Nilai granulosit di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang berkisar antara 34.74-62.91 %. Kondisi tersebut sesuai dengan hasil logam berat terutama Pb yang didapatkan pada perairan di UPT PTPB Kepanjen yang memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan di IBAT Punten Kota Batu. Hal ini diduga dapat mempengaruhi jumlah granulosit yang ditemukan. Menurut Giamberini *et al.*, (1996), pada sel granulosit terdapat ruang dan salah satunya adalah lisosom yang memiliki fungsi dalam menahan logam-logam yang terakumulasi. Lisosom merupakan saluran penyimpanan logam. Di dalam

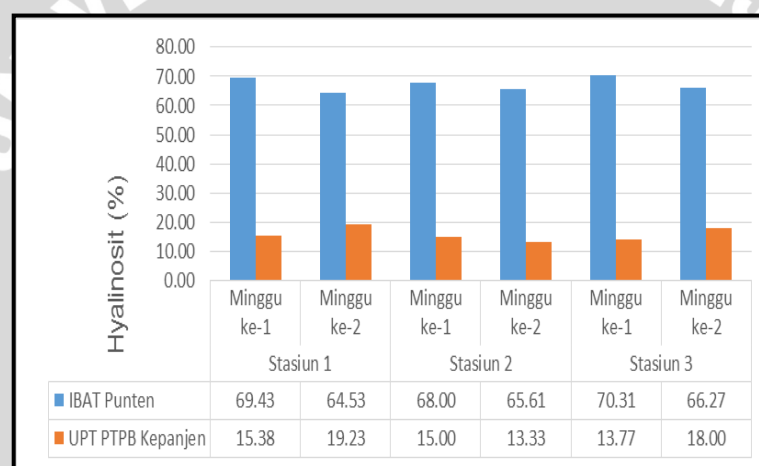
lisosom terdapat enzim hidrolitik, yang berasosiasi dengan sitoplasma granula yang dapat ditemukan di beberapa spesies moluska terutama gastropoda. Enzim hidrolitik tersebut diperoleh pada jaringan tipis pada vertebrata dan invertebrata. Terdapat bekas akumulasi logam pada sitoplasma granula dan peningkatan jumlah granulosit pada kerang yang dapat diambil dari lingkungan yang terkontaminasi. Aladaileh *et al.*, (2007), menambahkan bahwa granulosit memiliki enzim hidrolitik yang memiliki kemampuan untuk memfagositosis mikroba yang berkontribusi terhadap pembunuhan intraseluler. Sedangkan, hasil pengamatan sel granulosit di IBAT Punten Kota Batu didapatkan hasil dengan kisaran 23.85-27.66 %. Hal ini sesuai dengan penelitian Choi *et al.*, (2011), bivalvia dalam keadaan tercemar pada kisaran 18-32.7 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ditinjau dari sel granulosit maka di IBAT Punten Kota Batu tergolong perairan yang tercemar. Hasil pengamatan sel semi granulosit dapat di tunjukkan pada grafik dalam Gambar 18.



Gambar 18. Histogram hasil pengamatan sel semi granulosit

Hasil pengamatan profil hemosit pada *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang didapatkan hasil yang berbeda. Nilai pengamatan pada sel semi granulosit di dapatkan tertinggi di UPT

PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dibandingkan dengan di IBAT Punten Kota Batu. Nilai kisaran sel semi granulosit di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang adalah 21.96-31.18 %, sedangkan di IBAT Punten Kota Batu dengan kisaran 5.83-9.80 %. Menurut Ekawati *et al.*, (2012) menyatakan sel semi granular merupakan pematangan dari sel hyalin yang ketika terjadi serangan pathogen maka yang berperan pertama adalah sel hyalin. Sel semi granular berperan didalam proses enkapsulasi dan sedikit dalam proses fagositosis. Sedangkan hasil pengamatan pada sel hyaline dapat di tunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. Histogram hasil pengamatan sel hyalin

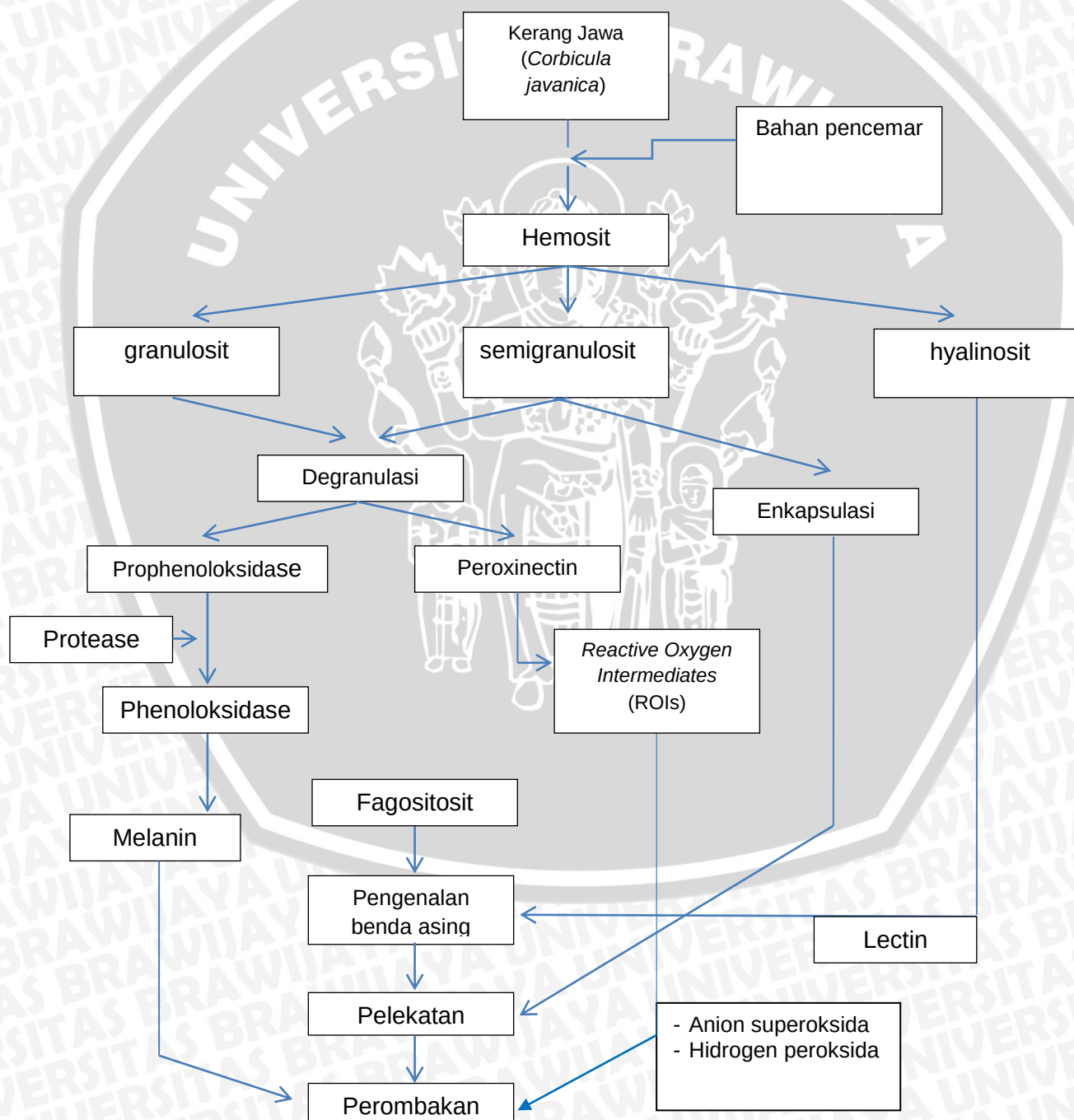
Hasil pengamatan profil hemosit pada *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, didapatkan hasil pengamatan sel hyalin pada IBAT Punten Kota Batu lebih tinggi di bandingkan dengan di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang. Nilai kisaran sel hyalin yang diperoleh di IBAT Punten adalah 64.53-70.31 %, sedangkan di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dengan kisaran 13.33-19.23 %. Menurut penelitian Choi *et al.*, (2011), pada perairan tercemar dengan nilai sel hyalin 65.7 – 80.3 % maka tergolong perairan tersebut tercemar. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa di IBAT Punten Kota Batu tergolong perairan yang tercemar jika ditinjau dari

jumlah sel hyalin yang ada pada profil hemosit *Corbicula javanica*. Pada IBAT Punten Kota Batu didapatkan nilai sel hyalin lebih tinggi, hal ini diduga hyalinosit pada Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) sedang melakukan pengenalan terhadap benda asing yang masuk ke dalam tubuhnya sehingga Kerang Jawa lebih banyak memproduksi hyalinosit dibandingkan granulosit. Menurut Bhargavan (2008), hemosit agranular (sel hyalinosit) diduga bersifat non-fagositosis atau bersifat fagositosis yang lebih rendah dari sel granulosit. Sari *et al.*, (2014), kelimpahan hemosit yang beredar pada dasarnya dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah jenis kelamin, ukuran, seks, dan berat tubuh. Selain itu terdapat faktor ekstrinsik seperti suhu, salinitas, dan oksigen terlarut yang dilaporkan dapat mempengaruhi jumlah hemosit.

Hasil analisis DHC (*Differential Haemocyte Count*) pada *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang menggunakan uji analisis Uji T *Independent-Test* didapatkan hubungan antara granulosit, semi granulosit dan hyalin pada IBAT Punten dan UPT PTPB Kepanjen hasil beda nyata berdasarkan hasil analisis uji T (Lampiran 6), dimana hubungan antara granulosit di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dengan menggunakan uji T *Independent-Test* pada aplikasi SPSS 16.0 bahwa $T \text{ hitung} > T \text{ tabel}$, $17.547 > 1.81246$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa granulosit pada IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan hasil analisis uji T (Lampiran 7), dimana hubungan antara semi granulosit di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dengan menggunakan uji T pada aplikasi SPSS 16.0 menjelaskan bahwa $T \text{ hitung} > T \text{ tabel}$, $11.223 > 1.81246$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semi granulosit pada IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan hasil analisis uji T (Lampiran 8), dimana hubungan antara hyalin di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dengan menggunakan uji T pada aplikasi SPSS 16.0 bahwa $T_{hitung} > T_{tabel}$, $10.349 > 1.74588$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hyalin pada IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat perbedaan yang signifikan. Adapun mekanisme kerja hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) dapat terlihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Mekanisme Kerja Hemosit (Giron-Perez, 2010)

Berdasarkan Alifudin (2002), granulosit mengandung Phenoloksidase, proPhenoloksidase, lektin atau agglutinin dan serin protease yang berperan dalam respon humoral. Komponen benda asing dapat mengaktivasi respon pertahanan selular seperti fagositosis, enkapsulasi, dan koagulasi. Opsonin atau sel antibody dapat meningkatkan kemampuan fagositosis sel hemosit. ProPO diaktifkan oleh enzim *prophenoloksidase activating enzyme* (PPA). ProPO dan PPA ini merupakan protein yang beralokasi di granular hemosit. Pengaktifan proPO menjadi PO menghasilkan protein *Opsonin Factor* yang merangsang fagositosis (Harijanto, 2013).

Choi *et al.*, (2008) menyatakan, salah satu Hsp yang juga berfungsi dalam pertahanan stress lingkungan yakni Hsp90. Hsp90 berperan dalam memerangi stress seperti perubahan suhu air, salinitas, konsentrasi logam berat, dan substansi kimia organik dan anorganik. Level ekspresi Hsp90 mRNA dilaporkan meningkat seiring dengan meningkatnya dosis dan durasi pemaparan cadmium (Cd). Hasil tersebut terjadi karena cadmium bersifat sebagai stress racun dan Hsp90 terekspresi sebagai pertahanan homeostasis dan perlindungan sel. Hsp70 dan Hsp90 mampu berikatan dan berfungsi sebagai sinyal peptide. Pada spesies bivalvia seperti tiram, protein, karbohidrat, garam, ion, dan hemosit pada hemolim mengalir dari lubang pericardial menuju membrane untuk melakukan perlawanan dengan melakukan fagositosis dan enkapsulasi melalui sel-sel darah.

Zhang dan Qizong (2012) melaporkan, Hsp70 terdeskripsi pada seluruh spesies moluska. Pemaparan diatas dapat menggambarkan mekanisme hemosit sebagai sistem imun dalam melawan benda asing, dalam hal ini logam berat Pb, Cd, Hg melalui sistem humoral dan selular yang dirangsang oleh adanya ekspresi *Heat shock protein* sampai terekspresinya *Differential Haemocyte Count*.

4.7 Analisa Kualitas Air

Pada penelitian profil hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dilakukan pengamatan terhadap kualitas air yang mendukung kehidupan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*). Kualitas air mengalami perubahan setiap harinya. Parameter yang diukur dalam penelitian ini antara lain suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), dan Amonia. Kualitas air tersebut secara langsung dapat mendukung kehidupan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*). Hasil pengukuran kualitas air disajikan dalam Lampiran 9 dan Tabel 3.

Tabel 3. Kisaran nilai hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Hasil Pengukuran	Baku Mutu Perairan
Suhu (°C)	26-29	28-32 (Kordi dan Andi, 2007)
pH	7-8	7-8.5 (Effendi, 2003)
DO (mg/L)	5-8.5	≥ 5 (Kordi dan Andi, 2007)
Amonia (ppm)	0.00089-0.00126	<0.02 (PP No.82 Tahun 2001)

4.7.1 Suhu

Pengukuran suhu di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dilakukan pada pagi hari pukul 08.00 WIB. Pengukuran suhu dilakukan karena mengingat pentingnya parameter ini didalam proses fisika, kimia, dan biologi. Pada organisme atau biota yang hidup disuatu perairan, suhu mempengaruhi proses-proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh bivalvia. Menurut Simanjutak (2009), suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting di dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran suatu organisme.

Dari hasil pengukuran di lapang didapatkan kisaran nilai suhu di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang antara 26-29°C.

Hal ini menandakan bahwa, parameter suhu di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang sudah sesuai dengan baku mutu dalam mendukung kehidupan organisme. Menurut Kordi dan Andi (2007), kisaran suhu optimal bagi biota di perairan tropis adalah antara 28-32°C. Sedangkan menurut pendapat Bardach *et al.*, (1972), toleransi suhu untuk beberapa tiram tidak sama. Menurut Hankoop dan Baukerna (1997) dalam Harnah dan Nababan (2009), dalam ekologi bivalvia sangat dipengaruhi oleh suhu. Dimana suhu akan mempengaruhi laju metabolisme, seiring dengan peningkatan suhu maka laju metabolisme akan meningkat.

4.7.2 pH

pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi air. Apabila pH terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme air. Kondisi pH yang rendah, akan mengakibatkan logam berat cenderung terlarutkan (Wulandari *et al.*, 2009). Hasil pengukuran pH yang dilakukan di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang didapatkan hasil nilai pH berkisar 7-8.. Hal ini menandakan nilai pH di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang sudah layak untuk kehidupan organisme perairan. Sesuai dengan pernyataan Effendi (2003), sebagian biota akuatik sensitive terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8.5.

Suatu organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam mentoleransi pH perairan. Menurut Suwondo *et al.*, (2012) yang menyatakan bahwa kisaran pH air yang mendukung kehidupan bivalvia berkisar antara 6-9. Palar (2012), menjelaskan kondisi perairan relatif normal ditinjau dari pH yang berkisar antara 6-9. Nilai pH perairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat

kelarutan logam berat. Pada pH alami laut logam berat sukar terurai dan dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi. Pada pH rendah, ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air. Selain hal tersebut, pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkat toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan (Novotny dan Olem, 1994 dalam Sarjono 2009).

4.7.3 DO

DO atau disebut dengan *Dissolved of Oxygen* merupakan suatu variable kimia yang mempunyai peranan penting dan faktor pembatas bagi kehidupan suatu biota. Konsentrasi oksigen di perairan dipengaruhi oleh proses respirasi biota air dan proses dekomposisi bahan organik oleh suatu mikroba. Pengaruh lain yang menyebabkan tingkat konsentrasi oksigen terlarut menurun disebabkan karena penambahan zat organik (bahan organik) (Connel dan Miller, 1995). Konsumsi oksigen merupakan suatu indikator yang penting tentang kemampuan bivalvia didalam beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Reaksi dari suatu perubahan tingkat metabolisme bivalvia ini menyebabkan respirasi meningkat dan energi yang dikeluarkan turut meningkat.

Hasil pengukuran DO pada penelitian ini dilakukan di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dengan hasil kisaran 5-8.5 mg/L. Pengukuran DO dilaksanakan pada pukul 08.00 WIB. Menurut Kordi dan Andi (2007), bahwa konsentrasi DO minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm, yang artinya nilai DO di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang masih layak untuk kebutuhan organisme perairan. Simanjutak (2012), menambahkan bahwa sumber utama oksigen dalam air adalah udara melalui

proses difusi. Kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan.

Menurut Shindu (2005), oksigen terlarut berasal dari difusi oksigen yang terdapat di udara dan hasil fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Kelarutan oksigen tersebut juga dipengaruhi oleh suhu, yaitu akan mengalami penurunan pada suhu yang meningkat. Oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh semua biota air, yaitu untuk respirasi, aktifitas biota air, dan penguraian bahan organik oleh bakteri dekomposer.

4.7.4 Amonia

Amonia merupakan suatu gas tajam yang tidak berwarna dengan titik didih -33.5°C . Amonia dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Ion ammonium adalah bentuk transisi dari ammonia yang banyak digunakan didalam proses produksi urea, industri bahan kimia, serta industri kertas (pulp dan kertas) (Cotton dan Wilkinson, 1998).

Hasil pengukuran amonia yang dilakukan di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, diperoleh nilai berkisar 0.00089-0.00126 ppm. Hasil tersebut sudah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah no. 82 Tahun 2001, maksimal nilai amonia di perairan untuk kelas 2 dan 3 (Bidang Perikanan) adalah sebesar 0.02 mg/L.

Di perairan alami, pada suhu dan tekanan yang normal amonia berada dalam bentuk gas dan akan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas, amonia membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). Amonia bebas tidak dapat terionisasi (amoniak), sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Persentase amoniak meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amonia akan

mengalami ionisasi. Sebaliknya, pada pH lebih besar dari 7, amonia tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak dan toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Effendi, 2003).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

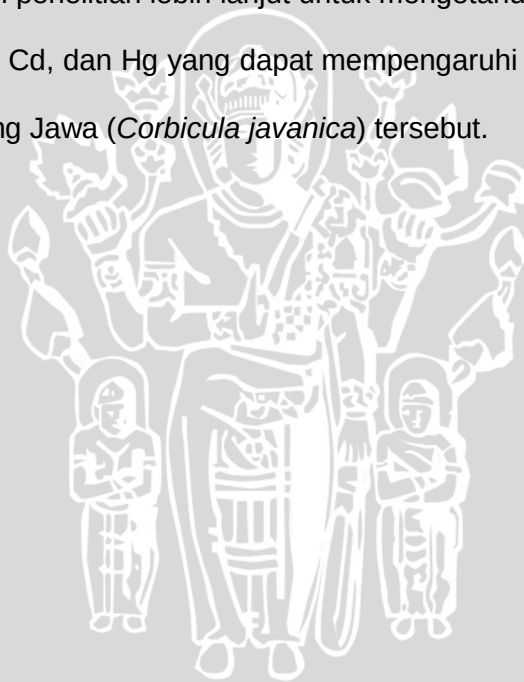
5.1 Kesimpulan

Penelitian mengenai profil hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) di kedua lokasi antara IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang, dari hasil uji T *Independent- Test* didapatkan hasil antara kedua lokasi profil hemosit THC (*Total Haemocyte Count*) dan DHC (*Differential Haemocyte Count*) tidak ada perbedaan dari kedua lokasi tersebut. *Total Haemocyte Count* hyalinosit *Corbicula javanica* di IBAT Punten Kota Batu ditemukan lebih banyak daripada granulosit dan semi granulosit yakni 64.53-70.31%, sedangkan granulosit sebanyak 23.85-27.66%, dan semi granulosit sebanyak 5.83-9.80% serta pada UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang granulosit *Corbicula javanica* ditemukan lebih banyak daripada hyalinosit dan semi granulosit yakni 34.74-62.91%, sedangkan hyalinosit sebanyak 13.33-19.23%, dan semi granulosit sebanyak 21.96-31.18%.

Kedua lokasi tersebut telah berada pada kondisi tidak normal (tercemar). IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Malang mengandung logam berat Pb berkisar 0.00-0.009 ppm, Cd berkisar 0.001-0.006 ppm dan Hg berkisar 0.00-0.0099 ppm. Kandungan logam berat di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang masih tergolong baik dan masih layak di dalam mendukung kehidupan suatu biota perairan. Hasil pengukuran kualitas air suhu berkisar 26-29°C, pH 7-8, DO 5-8.5 mg/L, dan amonia 0.00089-0.00126 ppm. Hasil kualitas air di IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang masih dalam kategori aman atau baik didalam mendukung kehidupan bota perairan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, kadar logam berat Pb, Cd, dan Hg serta parameter kualitas air pH, suhu, DO, dan amonia masih tergolong baik di suatu perairan, tetapi profil hemosit Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) mengindikasikan bahwa di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang dalam kondisi tercemar. Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) sebagai biomarker lingkungan perairan. Di samping itu perlu dilakukan pengawasan dan pengendalian lebih lanjut terhadap pencemaran di IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang serta dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui suatu pencemar, selain logam berat Pb, Cd, dan Hg yang dapat mempengaruhi profil hemosit dan sistem imun dari Kerang Jawa (*Corbicula javanica*) tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Fibo. 2012. *Fresh Water Mussell/ Kijing Air Tawar*. <http://www.scribd.com/doc/924458221/Kijing-Air-Tawar#collection>.
- Aladaileh, Saleem, Sham V.N., Debra Birch, David A.R. 2007. Sydney Rock Oyster (*Saccostrea glomerata*) Hemocytes : Morpholgy and Function. *Journal of Invertebrate Pathology* 96. (2007) 48-63.
- Alfian, Z. 2006. Merkuri : Antara Manfaat dan Efek Penggunaannya Bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan. *Artikel Ilmiah*. USU Respository.
- Alifudin, M. 2002. Imunostimulasi Pada Hewan Akuatik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 1(2) : 87-92.
- Apiadi. 2006. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*.15-25 hal.
- Apriadi, D. 2005. Kandungan Logam Berat Hg, Pb, dan Cr pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis* L) di Perairan Kamal Muara. Teluk Jakarta. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor (tidak diterbitkan).
- Amoroso. M. J., C. S. Benimeli., and S. A. Cuzzo. 2013. Actinobacteria Application in Bioremediation and Production of Industrial Enzymes. *CRC Press*. France.
- Azarbad. 2010. Morphology of Pectinate Setae in Tubificids (tubificidae, oligochaeta). *Zoologicheskii Zhurnal* 75(2): 178-187. Rusia.
- Banjarnahor, E. R. 2010. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Triterpenoid dari Umbi Bawang Sabrang (*Eleutherine bulbis*). *Skripsi*. Medan: Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara.
- Bardach, J. E., H. Ryther, dan W. O. Mc Larney. 1972. The Farming and Husbandary of Freshwater and Marine Organism. Wiley interscience. Advision of Jhon Wiley & Sons, Inc. *Aquaculture*. New York. London Sidney. Toronto. P. 676-742.
- Beatrice, G., S. Patrick., F.Nicole., K. Nolwen., L.Moine., Oliver., dan R.Tristan. 2007. Analysis of Hemocyte Parameters in Pasific Oysters *Crassostrea gigas*, Reared in the Field- Comparison of HatcheryDiloids and Diploids from Natural Beds. *Aquaculture*. CCLXIV (1-4) : 449-456.

Bhargavan, B. 2008. Haematological Responses of Green Mussel *Perna viridis* (Linnaeus) to Heavy Metal Copper and Mercury. Thesis. Corchin University of Science and Technology. India.

BPLHD. 2011. Pencemaran Timbal [http : // www . bplhdjabar . go . id / index . php / bidang](http://www.bplhdjabar.go.id/index.php/bidang).

Boyd, C. 1988. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Birmingham Publishing Co. Auburn University, Birmingham, Alabama.

Cappenberg, H. A. W. 2008. Beberapa Aspek Biologi Kerang Hijau *Perna Viridis* Linnaeus 1758. Oseana. XXXIII(1): 33-40.

Chang, Su-Jung, Su-Min Tseng, dan Hsin-Yiu Chou. 2005. Morphological Characterization via Light and Electron Microscopy of The Haemocytes of two Cultured Bivalves : A comparison Study between the Hard Clam (*Meretrix lusoria*) and Pacific oyster (*Crassostrea gigas*). *Zoological studies* 44 (1) : 144-153.

Cheng. 1981. A Rapid Method to Quantify Total Haemocyte Count of *Penaeus monodon* Using ATP Analysis. *Fish Pathology* IV (34) : 211-212.

Cheng, W., dan J. C. Chen. 2001. Effects of intrinsic and extrinsic factors on the haemocyte profile of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal Fish and Shellfish Immunology*. 11(1) : 53-63.

Cheng, W., Juang, M. F. & Chen, C. J., 2004. The Immune Response of Taiwan Abalone (*Haliotis diversicolor*) *Supertexta* and its Susceptibility to *Vibrio parahaemolyticus* at Different Salinity Levels. *Fish and Shellfish Immunology* 16 : 295-306.

Choi, Y. K., P. G Jo., and C. Y. Choi. 2008. Cadmium Affects the Expression of Heat Shock Protein 90 and Metallothionein Mrna in the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 147: 286-292.

Choi, H. J., J. Y. Hwang., D. L. Choi., M.D. Huh., Y. B. Hur., N. S. Lee., J. S. Seo., M. G. Kwon., H. S. Choi., and M. A. Park. 2011. Non-specific Defensive Factors of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* against Infection with *Marteilioides chuangmuensis*: A Flow-Cytometric Study. *Korean J. Parasitol* XLIX (3): 229-234.

Chu, E., George, A, 2000. Inside the FFT Black Box. CRC Press. New York.

Connel, D.W and. G. J. Miller. 1995. Chemistry and Exotoxycology of Pollution. 520 p.

Cotton FA, Wilkinson G. 1989. Kimia Anorganik Dasar. Sahati Suharto, penerjemah. Jakarta: UI-Press. Terjemahan dari: Basic Inorganic Chemistry.

Dahuri, M., J.Rais, S.P. Ginting, M.J. Sitepu. 1995. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir Secara Terpadu. Jakarta. PT. PradnyaParamita.

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

Delaporte m, Soudant P, Moal J, Lambert C, Quere C, Miner P. 2003. Effect of a mono-specific algal diet on immune function in two bivalve species *Crassostrea gigas* and *Ruditapes philippinarum*. *Journal Experimental Biology*. 206 (1) : 64-3053.

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

Ekawati, A. W., H. Nursyam., E. Widjayanto., dan Marsoedi. 2012. Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam Formula Pakan Meningkatkan Respon Imun Seluler Udang Windu (*Panaeus monodon* Fab.). *J. Exp. Life Sci*. II(1).

Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.

Fitriyah. 2007. Keragaman jenis dan ekobiologi kerang air tawar family Unionidae (Mollusca: Bivalvia) beberapa Situ Kabupaten dan Kotamadya Bogor. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Food and Agriculture Organization of The United Nations. 1998. *The Living Marine Resources Of The Western Central Pasific Volume 1 Seaweed Corals, Bivalves and Gastropods*. Rome.

Ford dan Wegener G. 1989. *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reaction*. Walter de Gruyter. Berlin.

Fuad. 2010. Pemanfaatan Khitosan dari Limbah Krustacea Untuk Penyembuhan Luka Pada Mencit (*Mus musculus albinus*). *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. 41 hal.

Gagnaire, B., H. Frouin., K. Moreau., H. Thomas. G., and T. Renault. 2006. Effect of temperature and salinity on haemocyte activities of the pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg). XX(4) : 536-547.

Galloway, T.S. and Michael H. Depledge. 2001. Immunotoxicity in Invertebrates : Measurement and Ecotoxicological Relevance. *Journal Ecotoxicology*. 10 : 5-23.

Galtsoff, P. S., 1964. The American Oyster (*Crassostrea virginica*). *Fishery Bulletin of The Fish and Wildlife Service*. 64: 489 p.

Giamberini L., Michael Auffret and Jean-Claudie P. 1996. Haemocytes the freshwater mussel, *Dreissena polymorpha* Pallas : cytology, cytochemistry and X-Ray microanalysis. *Journal Mollusca Study*. 62(1) : 367-379.

Harnah, M.S., dan Nababan, B. 2009. Studi Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Anakan Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*) Pada Kedalaman Berbeda di Teluk Kapontori, Pulau Bulon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 1(2). Hlm : 22-32.

Harijanto. 2013. Kemampuan Proteksi Immunostimulan dari Protein Membran Immunogenik Zoothamnium penaei Terhadap Zoothamniosis pada Udang Vanamei (*Litopenaeus vanamei*). *Thesis*. Universitas Airlangga. Surabaya.

Haswin. 1995. Budidaya ikan mas di IBAT Punten. *Skripsi*.

Hegaret, H. G. H. Wikfors, and P. Soudant. 2003. Flow Cytometric analysis of haemocytes from eastern oysters, *Crassostrea virginica*, subjected to a sudden temperature elevation: II. Haemocyte functions: aggregation, viability, phagocytosis, respiratory burst. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. CCXCIII(2) : 249-265.

Hendri, K. 2012. Analisis Respon Imun Seluler Hemolymph Kijing Taiwan (*Anadota woodiana* Lea.) Terhadap Pestisida Karbali Pada Uji Toksisitas (LD50-48h) Dengan Dosis Yang Berbeda Secara in Vivo. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang/.

Hilman dan Alviana. 2009. 147. 213. 145. 2/ *biohydrology / abstracts 2009 / save _ S2 _ P.doc*. Diakses pada tanggal 03 Januari 2016.

Hutabarat, S dan S.M Evans. 1987. *Pengantar Oceanografi*. Penerbit UI press : Jakarta.

Hutagalung, H.P. 1984. Logam Berat Dalam Lingkungan Laut. *Pewarta Oceana*. IX (1) : 12-19.

Irawan Dan Sulistiawan. 2009. Potensi kijing (*Pilsbryconcha exilis*) sebagai biofilter perairan di waduk Cirata, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.

Isharmanto. 2010. System Imun. <http://scribe.skripsi.com>. Diakses pada tanggal 01 Januari 2016.

Ittoop, G., K. C. George., R. M. George., K. S. Sobhana., N. K. Sanil., and P. C. Nisha. 2007. Inflammatory reactions of the Indian edible oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston) and its modulations on exposure to Nuvan and Copper. *J. Mr. Biol. Ass. India*. XLVIX (2) : 148-153.

Jones. 2002. Understanding and Managing Organizational. *Behavior*. New Jersey: Prentice Hal.

Kharisma dan Manah. 2012. *Metode Penelitian Bisnis*. Alfabeta.Bandung.

Kordi, M. dan Ghufan H. 2004. Penanggulangan Hama dan Penyakitnya. PT Rineka Cipta : Jakarta.

Kordi, H., M. Ghufan., dan A.B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Perairan dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta.

Kramer ,Alvarez, M. R. & F. E. Friedl. 2008. *Factors affecting in vitro phagocytosis by hemocytes of the American oyster. Proceeding of the Third International Colloquium on Pathology in Marine Aquaculture*. 2-6 October 1988. Virginia, USA.

Kurniawan, H. 2002. Analisis Respon Imun Seluler Hemolymph Kijing Taiwan (*Anadonta woodiana* Lea) Terhadap Pestisida Karbaril Pada Uji Toksisitas (LD₅₀- 48h) Dengan Dosis yang Berbeda Secara Invivo. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.

Lasut, M. Talintukan. 2009. Proses Bioakumulasi dan Biotransfer Merkuri (Hg) pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol. *Jurnal Matematika & Sains*. Vol. 14(3) : 89-95.

Le Moullac, S., M. Francese, V. J. Smith and E. A. Ferrero. 2001. Heavy metals effect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans*. *Journal Fish and Shellfish Immunology*. 11 (1) : 621-629.

Makkasau, A., M. Sjahrul., M. N. Jalaluddin., dan I. Raya 2011. Teknik Fitoremediasi Fitoplankton Suatu Alternatif Pemulihan Lingkungan Laut Yang Tercemar Ion Logam Berat Cd²⁺ dan Cr⁶⁺ VII(2) : 155-168.

Madjid. 2012. Accumulative characteristics of pesticide residues in organs of bivalves (*Anodonta woodiana* and *Corbicula leana*) under natural condition. *Journal of Environment Contamination and Toxicology* (40): 35-47.

Manoppo, H., dan M. E. F. Kolopita. 2014. Respon Imun Krustase. *Budidaya Perairan*. II(2): 22-26.

Marwoto. 2014. The Freshwater Snail Genus *sulcospira* troschel, 1857 from Java, with Description of a New Species from Tasikmalaya, West Java, Indonesia (Mollusca: Gastropoda: Pachychilidae). *The Raffles Bulletin of Zoology* 60(1): 1–10.

Meynar, W. 2015. Indeks Kualitas Perairan Pesisir Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau. *Artikel Ilmiah*. FIKP Umrah..

Michael. 1994. Metode Ekologi untuk penyelidikan lapangan dan Laboratorium. *UI Press* : Jakarta.

Mulyanto. 2008. Metode Sampling. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.

Na'fan, W. 2009. Immunomodulation of Rock Oyster (*Saccrostrea cucullata*) Hemocytes in Relation to Aerial Exposure and Salinity Stress. *Thesis*. Universitas Burapha. Thailand.

Nontji. 2002. Laut Nusantara. Cetakan Ketiga. Djambatan : Jakarta Nasution..

Notohadiprawiro, T., 2006. Pola Kebijakan Pemanfaatan Sumberdaya Lahan Basah, Rawa dan Pantai. *Gajah Mada University Press*. Yogyakarta.

Onrizal. 2005. Restorasi Lahan Terkontaminasi Logam Berat. Jurusan Kelautan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.

Palar, H. 2009. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.

Pechenik, J.A., 2000. Biology of Invertebrates. 4th edition. McGraw Hill. NewYork.

Panggabean. L. M. G. 1991. Rahasia Kehidupan Kima. *Oseana*. XVI(1) : 35-44.

Pararaja. 2009. Introduction shrimp immunity and disease control. *Aquaculture*, 191: 3-11.

Parenrengi, S. Tonnek dan S. Ismawati. 1998. Studi Jenis dan Kelimpahan Plankton pada Berbagai Kedalaman dan Hubungannya dengan Komposisi Makanan Tiram Mabe (*Pteria penguin*). *J. Penelitian Perikanan Indonesia*. 4(4).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.

Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for tropical Countries*. London: AIT.

Pigneur, L, Jonathan Marescaux, Kathleen Roland, Emilie Etoundi, Jean-Pierre Descy and Karine Van Doninck. 2011. *Phylogeny and androgenesis in the invasive Corbicula clams (Bivalvia, Corbiculidae) in Western Europe* <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/11/147>.

Prasetyo, B.H. 2005. Laboratorium mineral tanah. Balai Penelitian Tanah. Badan Litbang Pertanian. Bogor.

Prasetyo, B.H. dan M. Jannah. *Metode Penelitian Kuantitatif Teori dan Pricing*. Danny Darussalam Tax Center. Jakarta.

Prasetyo, A. D. 2009. Penentuan Kandungan Logam (Hg, Pb, Cd) Dengan Penambahan Bahan Pengawet dan Waktu Perendaman Yang Berbeda Pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) Di Perairan Muara Kamal, Teluk Jakarta. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.

Putri, L. dan Aunurohim. A. 2013. Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau *Perna Viridis* terhadap *Chaotoceros sp* dalam Media Logam Tercemar Kadmium. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. II(2) : 2337-3520.

Ratentondok dan Karim. 2010. Pengaruh Pemberian Jenis Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung.

Ratmini, N.A., 2009. *Kandungan logam berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Cadmium (Cd) pada daging ikan Sapu-Sapu (Hyposarcuspardalis) di Sungai Ciliwung Stasiun Srengseng Condet dan Manggarai*. Universitas Nasional. Jakarta.

Rinaldo, E. 2012. Heat Shock Protein. *Artikel ilmiah*. www.scribd.com/doc/91179465/Heat-Shock-Protein#Scribd.

Rizkita dan Anggraini. 2012. Reepons Imun. SITH IPB.

- Rochyatun, E dan Rozak, A. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Makara Sains*. Vol. 11 No. 1 April 2007: 28-36.
- Romimohtarto, K. Dan S. Juwana. 2001. *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biologi Laut*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Rozik, M. Sudianto, A. Maftuch, Nursyam, H. 2011. *Aktivitas Enzim Superoksida Dismutase dan Enzim Protease pada udang windu (Peneaus monodon Fabricus) yang diinfeksi Vibrio harveys Pasca pemberian Imunostimulan OMP Vibrio alginolyticus*. *Berk. Panel Hayati Edisi Khusus*. 6B(7-11).
- Ricomarsen. 2010. A comparative study of lymphomieloid tissue in fish. *Develop. and Comp. Immunol. Suppl.*, 2 : 23-33.
- Rudiyanti, S. dan A. D. Ekasari. 2009. Pertumbuhan dan Survival Rate Ikan Mas (Cyprinus Carpio Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3. *Jurnal Saintek Perikanan*. 5(1): 39 – 47.
- Rumahlatu, D. 2011. Konsentrasi Logam Berat Kadmium Pada Air, Sedimen dan *Deadema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) di Perairan Pulau Ambon. *Ilmu Kelautan*. XVI(2)- 78-85.
- Rumahlatu, D. 2012. Biomonitoring: Sebagai Alat Asesmen Kualitas Perairan Akibat Logam Berat Kadmium pada Invertebrata Perairan. *Sainstis*. Vol 1, ISSN: 2089-0699.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*. 30 (3) 21-26.
- Sari dan S.S. Santika. 1987. *Metode Penelitian Air. Usaha Nasional, Surabaya*.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Madura. Jakarta Utara. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sasmaya. 2011. *Metode Penelitian Administrasi*. CVAlfabet : Bandung.
- Sastrawijaya, A. T. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Setyono, D. E. D. 2006. Karakteristik Biologi dan Produk Kekerangan Laut. *Oseana*. XXX1 (!) : 1-7
- Shindu, S.F. 2005. Kandungan Logam Berat Cu, Zn, dan Pb dalam air, Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dalam Keramba Jaring Apung Waduk Saguling. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Simanjutak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *J. Fish. Sci.* XI (1) : 31- 45
- Simanjutak, M. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan Ph di Perairan Banggai, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. IV (2) : 290-303.
- SNI. 2005. *Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer secara Fenat*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- .———. 2005. *Cara Uji Kadar suhu dengan Termometer Hg*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- .———. 2005. *Cara Uji Kadar Oksigen Terlarut dengan DO meter*. Badan Standar Nasional Indonesia.
- SNI 7387. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan. Badan Standarisasi Nasional.
- Sokolova, I. M., A.H. Ringwood., dan C. Johnson. 2005. Tissue-specific accumulation of cadmium in subcellular compartments of eastern oysters *Crassostrea virginica* Gmelin (Bivalvia: Ostreidae). *Aquatic Toxicology*. LXXIX(2005): 218-228.
- Sudarmadji, J. Mukono, dan Corie, I.P. 2006. Toksisitas Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 2(2). Hlm : 129-142.
- Suherman dan Handayani. 2010. Fluktuasi Ikan Cakalang (*Katsuwonus sp*) dan Suhu Permukaan Laut Data Citra Satelit Aqua MODIS di Perairan Malang Selatan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. *Skripsi*. Universitas Diponegoro.
- Suprpto, Tommy. 2011. Pengantar Omu Komunikasi: Dan Peran Manajemen dalam Komunikasi. Penerbit CAPS : Yogyakarta.
- Sutisna, D. H. & Sutarmanto. 1995. Pembenihan Ikan Air Tawar. Kanisius : Yogyakarta.
- Sung, Y. Yik dan T.H. Macrae. 2011. Heat Shock Proteins and Disease Control in Aquatic Organisms. *J Aquac Res Development*. 1-10
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat yang menggunakan Mikroorganisme. Suatu Kajian Kepustakaan. Disampaikan pada Seminar *On-Air* Bioteknologi Untuk Indonesia Abad 21, 1-14 Februari 2001.

Suseno, H dan S. M. Panggabean. 2007. Merkuri : Spesiasi dan Bioakumulasi Pada Biota Laut. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. X(1) : 66-78.

Suwondo, Elya F., dan Nurida S. 2012. Kepadatan dan Distribusi Bivalvia Pada Mangrove di Pantai Cermin Kabupaten Sendang Bedagai Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Biogenesis*. 9 (1) : 45-50.

Sawyer, C.N and P. L., MC Carty, 1978. Chemistry for Environmental Engineering 3rded. *Mc GrAW Hill Kogakusha Ltd.* : 405-486 pp.

Syahailatua, D. T. 2009. Seleksi Bakteri Probiotik sebagai Stimulator Sistem Imun Pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Tesis. Institut Pertanian Bogor.

Tarigan. Z, Edward., dan Abdul R. 2003. Kandungan Logam Berat Pb, Cd, Cu, dan Ni dalam Air Laut dan Sedimen di Muara Sungai Membramo, Papua dalam kaitannya dengan kepentingan Budidaya Perikanan. *Jurnal Sains*. Vol.7 No.3.

Travers, S. E., Frank E.E, Dendy S.P, Garret, K.A. 2006. Climate Change Effects on Plant Disease : Genomes to Ecosystems. *Annu.Rev. Phytopathology* 44 : 489-509.

Travers, Marie Agnes, Patricia Mirella Da Silva, Nelly Le Goic, Anne Donval. Sya Huchette, Marcel Koken, Christine Palillard. 2008. Morphologic, Cytometric and Functional Characterization of Abalone (*Haliotis tuberculata*) Haemocytes. *Fish and Shellfish Immunology* (2008) 24, 400-411. Elsevier.com/locate/fsi.

Tripod. 2010. Mollusca. <http://mollusca-din.tripod.com/klasifikasi.html>.

Walpole, R. E. 1995. Pengantar Statistika Edisi ke-3. Penerbit Gramedia. Jakarta.

Widiati. 2010. Kijing Taiwan sebagai bioremediator pencemaran perairan oleh herbisida glifosfat. *Skripsi*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB.

Widjaja, F. Felix., L. A. Santoso., dan S. Waspadji. 2009. Peran *Heat Shock Protein* Terhadap Resistensi Insulin. *Maj Kedokt Indon*. LIX (3) : 121-128.

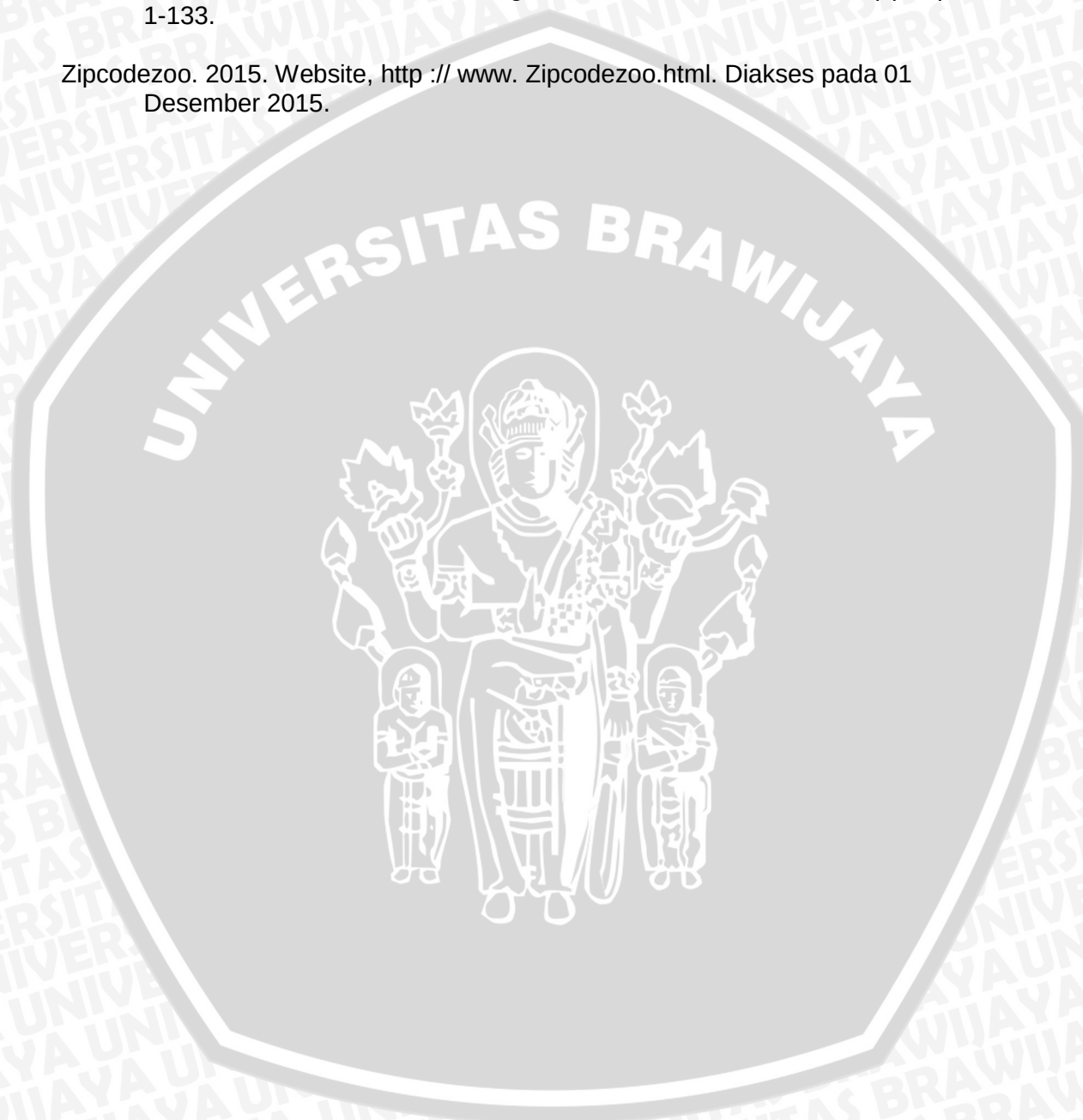
Wijarni, 1990. Avertebrata Air II. *Diklat Kuliah. LUW/ UNIBRAW/ FISH*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Wulandari, S. Y., B. Yulianto., G. W. Santosa., dan K. Suwartimah. 2009. Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dalam Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) dengan Menggunakan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN). *Ilmu Kelautan*. XIV (3) : 170-175.

Wulandari, E. 2010. Analisis Kandungan Logam Berat Timbel (Pb) dan Karakteristik Haemocyte Tiram (*Saccostrea glomerata*) dari Perairan Pelabuhan Perikanan Nusantara Prigi Trenggalek, Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya Malang :

Yasuda, Y. 2000. Environmental Change in Eurasia. *Monsoon*. Vol1 (1). Pp : 1-133.

Zipcodezoo. 2015. Website, <http://www.Zipcodezoo.html>. Diakses pada 01 Desember 2015.

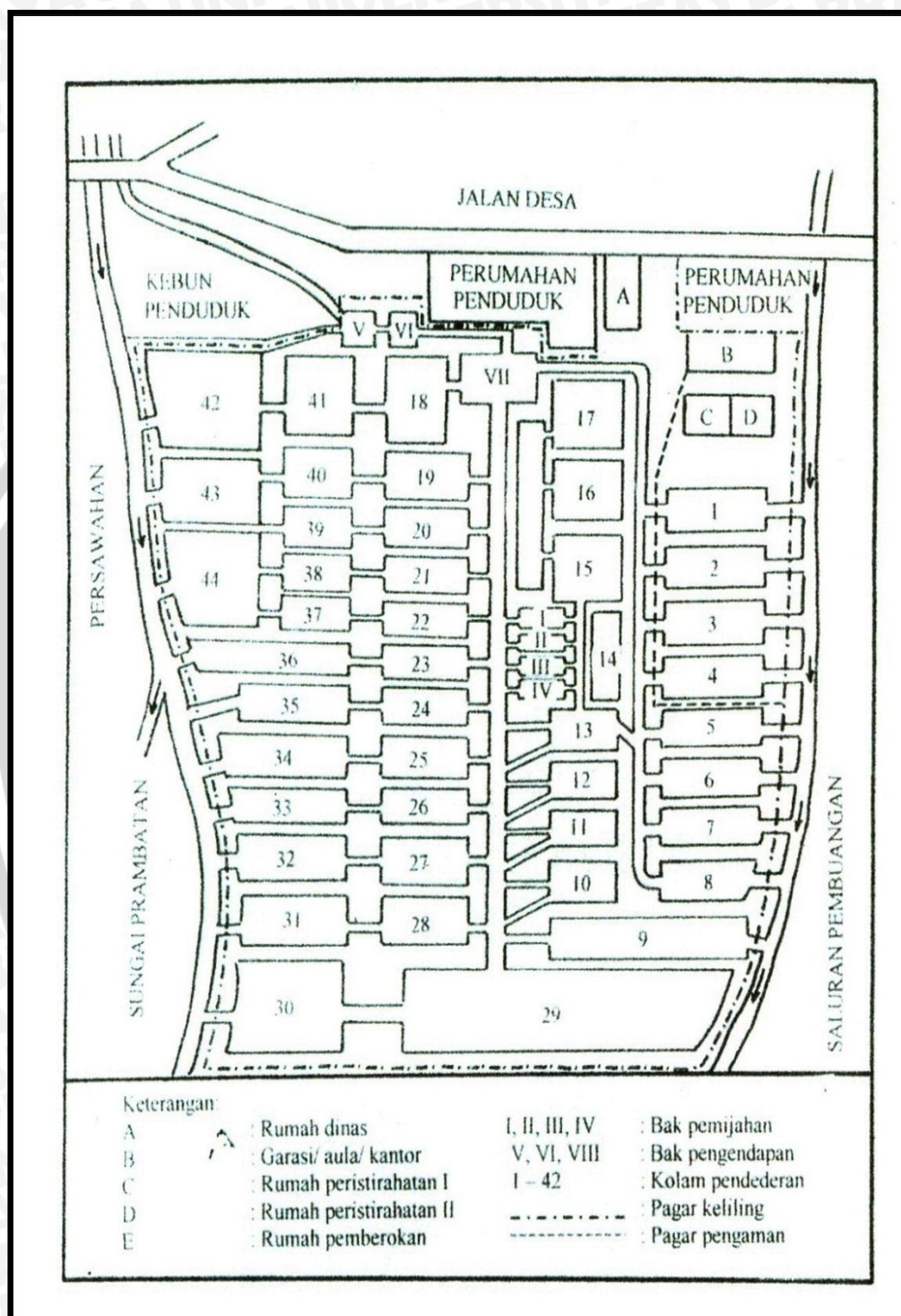


Lampiran 1. Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian

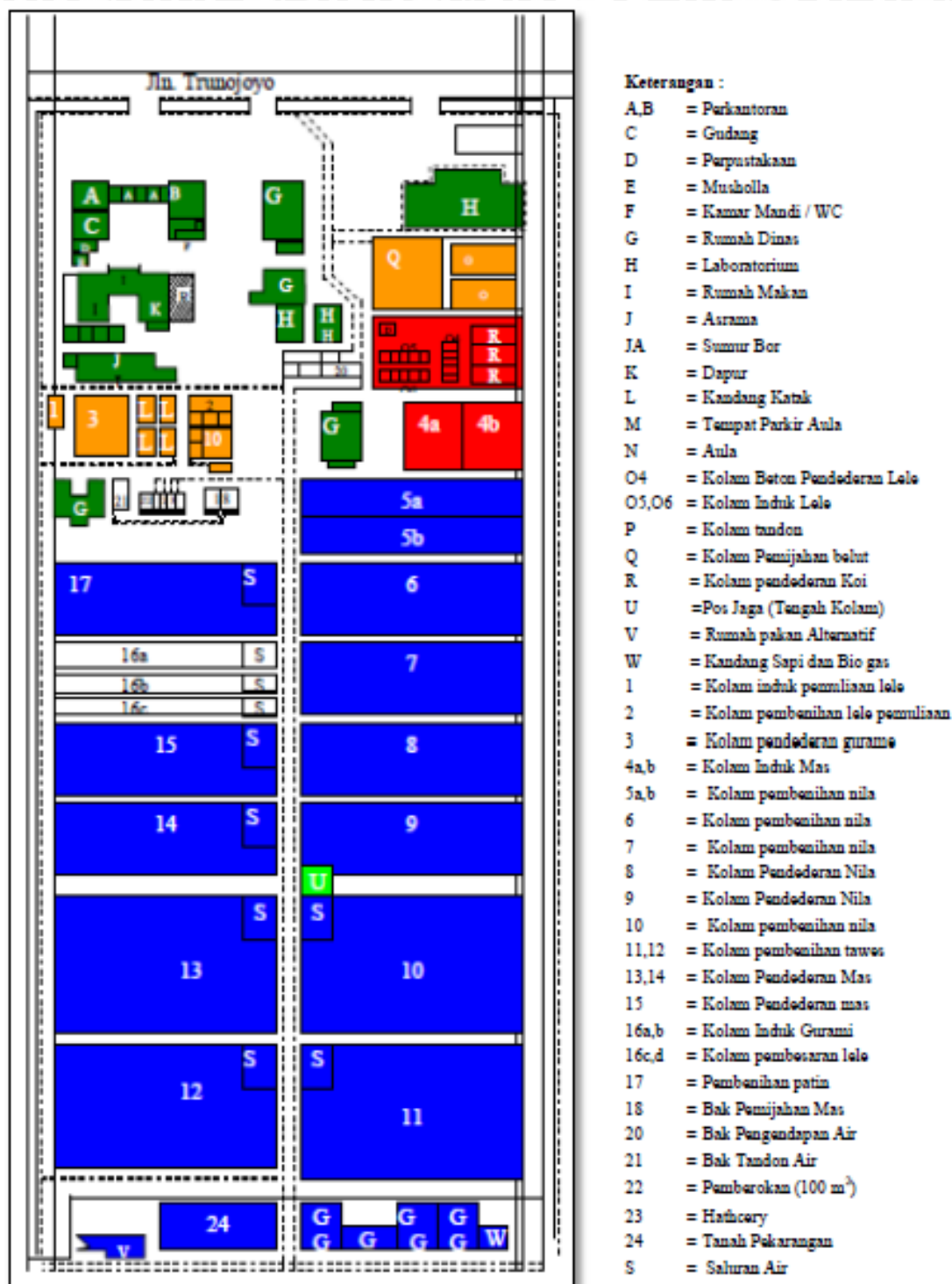
No	Tujuan	Alat	Bahan
1.	Pengambilan sampel <i>Corbicula javanica</i>	- Cool box - Kamera - Keranjang	- <i>Corbicula javanica</i> - Kertas Label - Tissue
2.	Pengambilan sampel darah <i>Corbicula javanica</i>	- Syringe 1 mL - Appendorf - Nampan	- <i>Corbicula javanica</i> - Tissue - Kertas Label - Metil alkohol
3.	Total Haemocyte Count (THC)	- Syringe 1 mL - Eppendorf - Cover glass - Haemocytometer - Mikroskop - Washing bottle	- Hemosit <i>Corbicula javanica</i> - Na-sitrat 10 % - Tripanblue 0.01 % - Tissue aquades
4.	Differential Haemocyte Count (DHC)	- Preparat hemosit - Mikroskop - Washing Bottle	- Metil alcohol - Larutan giemsa - Tissue Aquades
5.	Pengukuran Suhu	- Termometer Hg - Stopwatch	- Tali - Tissue
6.	Pengukuran pH	- Kotak standart pH - Stopwatch	- Air Kolam - pH paper
7.	Pengukuran DO	- Botol DO - Pipet tetes - Buret - Statif - Corong - DO meter - Washing Bottle	- Air kolam - MnSO ₄ - NaOH + KI - H ₂ SO ₄ - Amylum - Na ₂ S ₂ O ₃ 0.025 N - Aquades - Kertas Label
8.	Pengukuran Amonia	- Erlenmeyer - Paraffin film - Cuvet - Spektrofotometer	- Air sampel - Larutan Fenol - Pengoksidasi
9.	Pengukuran BOD	- Botol Gelap Terang - BOD incubator - DO meter - Aerator	- Air sampel

Lampiran 2. Denah Lokasi Penelitian

Lokasi Stasiun 1 (IBAT Punten Kota Batu)



Lokasi Stasiun 2 (UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang)



Lampiran 3. Data Total Haemocyte Count (THC)

Data THC (Total Haemocyte Count) di IBAT Punten Kota Batu (sel/ml) x 10.000

Ulangan	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-1	Minggu ke-2
1	18.75	20.00	14.25	14.00	30.00	28.00
2	24.00	26.40	185.25	98.00	18.75	22.00
3	36.00	36.60	84.00	98.00	54.00	48.00
Rata-rata	26.25	27.67	94.50	70.00	34.25	32.67
Standart Deviasi	8.84	8.37	85.98	48.50	18.01	13.61

Data THC (Total Haemocyte Count) di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang (sel/ml) x 10.000

Ulangan	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-1	Minggu ke-2	Minggu ke-1	Minggu ke-2
1	24.75	26	132	130	63	64
2	27.75	30	88.50	89.00	31.50	32.00
3	65.25	65	48.00	52.00	129.75	132.00
Rata-rata	39.25	40.33	89.50	90.33	74.75	76.00
Standart Deviasi	22.57	21.46	42.01	39.02	50.17	51.07

Lampiran 4. Data Differential Haemocyte Count (DHC)

Data DHC (*Differential Haemocyte Count*) di IBAT Puntan Kota Batu

Ulangan	Stasiun 1						Stasiun 2						Stasiun 3					
	Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu ke-1			Minggu ke-2		
	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit
1	18.20%	14.30%	67.50%	19.00%	21.00%	60.00%	30.80%	6.20%	63.00%	28.00%	12.00%	60.00%	25.20%	6.26%	68.54%	30.00%	7.20%	62.80%
2	30.00%	3.20%	66.80%	32.00%	4.60%	63.40%	19.10%	5.90%	75.00%	22.00%	5.98%	72.02%	18.16%	5.64%	76.20%	28.00%	7.60%	64.40%
3	24.00%	2.00%	74.00%	26.00%	3.80%	70.20%	23.00%	11.00%	66.00%	29.00%	6.20%	64.80%	28.20%	5.60%	66.20%	24.98%	3.40%	71.62%
Rata-rata	24.07%	6.50%	69.43%	25.67%	9.80%	64.53%	24.30%	7.70%	68.00%	26.33%	8.06%	65.61%	23.85%	5.83%	70.31%	27.66%	6.07%	66.27%
Standart Deviasi	5.90%	6.78%	3.97%	6.51%	9.71%	5.19%	5.96%	2.86%	6.24%	3.79%	3.41%	6.05%	5.15%	0.37%	5.23%	2.53%	2.32%	4.70%

Data DHC (*Differential Haemocyte Count*) di UPT PTPB Kabupaten Malang

Ulangan	Stasiun 1						Stasiun 2						Stasiun 3					
	Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu ke-1			Minggu ke-2		
	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit	Granulosit	Semi Granulosit	Hyalinosit
1	51.10%	27.55%	21.30%	54.00%	23.00%	23.00%	39.78%	40.34%	19.89%	50.00%	28.00%	22.00%	33.93%	50.00%	16.07%	52.00%	34.00%	14.00%
2	52.00%	29.94%	18.18%	56.00%	29.00%	15.00%	70.00%	18.91%	10.70%	59.00%	29.00%	12.00%	61.00%	28.01%	11.36%	61.00%	24.00%	15.00%
3	57.27%	36.06%	6.65%	52.30%	28.00%	19.70%	78.95%	6.62%	14.42%	62.00%	32.00%	6.00%	59.90%	26.21%	13.89%	52.00%	23.00%	25.00%
Rata-rata	53.46%	31.18%	15.38%	54.10%	26.67%	19.23%	62.91%	21.96%	15.00%	57.00%	29.67%	13.33%	51.61%	34.74%	13.77%	55.00%	27.00%	18.00%
Standart Deviasi	3.33%	4.39%	7.72%	1.85%	3.21%	4.02%	20.53%	17.07%	4.62%	6.24%	2.08%	8.08%	15.32%	13.25%	2.36%	5.20%	6.08%	6.08%

Lampiran 5. T-Test THC (*Total Haemocyte Count*) di IBAT Punten dan UPT PTPB Kepanjen

Group Statistics

Tempat		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
THC	1(IBAT Punten)	6	47.5567	28.12655	11.48262
	2(UPT PTPB Kepanjen)	6	68.3600	23.07317	9.41958

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference				
THC	Equal variances assumed	.406	.538	-1.401	10	.192	-20.80333	14.85190	-53.89543	12.28876
	Equal variances not assumed			-1.401	9.632	.193	-20.80333	14.85190	-54.06766	12.46100

Kesimpulan : $T_{hitung} < T_{tabel}$, $1.401 < 1.81246$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa THC (*Total Haemocyte Count*) pada IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang tidak ada perbedaan yang signifikan.

Lampiran 6. T-Test *Independent* SPSS 16.0 Granulosit di IBAT Punten dan UPT PTPB Kepanjen

Group Statistics

Tempat		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Granulosit	1 (IBAT Punten)	6	25.3133	1.50876	.61595
	2 (UPT PTPB Kepanjen)	6	55.6800	3.96150	1.61728

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Granulosit	Equal variances assumed	2.439	.149	-17.547	10	.000	-30.36667	1.73060	-34.22268	-26.51065
	Equal variances not assumed			-17.547	6.421	.000	-30.36667	1.73060	-34.53494	-26.19839

Kesimpulan : T hitung > T tabel, 17.547 > 1.81246. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa granulosit pada IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat perbedaan yang signifikan.

Lampiran 7. T-Test *Independent* SPSS 16.0 Semi Granulosit di IBAT Punten dan UPT PTPB Kepanjen

Group Statistics

Tempat	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Semi granulosit 1 (IBAT Punten)	6	7.3267	1.50314	.61365
2 (UPT PTPB Kepanjen)	6	28.5367	4.37839	1.78747

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Semigranulosit	4.240	.066	-11.223	10	.000	-21.21000	1.88987	-25.42090	-16.99910
			11.223	6.162	.000	-21.21000	1.88987	-25.80496	-16.61504

Kesimpulan : T hitung > T tabel, 11.223 > 1.81246. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semi granulosit pada IBAT Punten Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat perbedaan yang signifikan.

Lampiran 8. T-Test *Independent* SPSS 16.0 Hyalin di IBAT Puntan dan UPT PTPB Kepanjen

Group Statistics

Tempat	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hyalinosit 1 (IBAT Puntan)	6	5.2300	.84411	.34461
2 (UPT PTPB Kepanjen)	6	15.7850	2.35124	.95989

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Hyalinosit Equal variances assumed	6.421	.030	-10.349	10	.000	-10.55500	1.01987	-12.82742	-8.28258
Equal variances not assumed			-10.349	6.268	.000	-10.55500	1.01987	-13.02493	-8.08507

Kesimpulan : T hitung > T tabel, 10.349 > 1.74588. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hyalin pada IBAT Puntan Kota Batu dan UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang terdapat perbedaan yang signifikan.

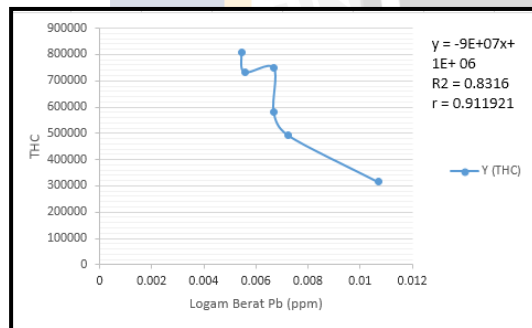
Lampiran 9. Data Logam Berat Pb, Cd, dan Hg dan Kualitas Air

Logam Berat Pb, Cd dan Hg (ppm)

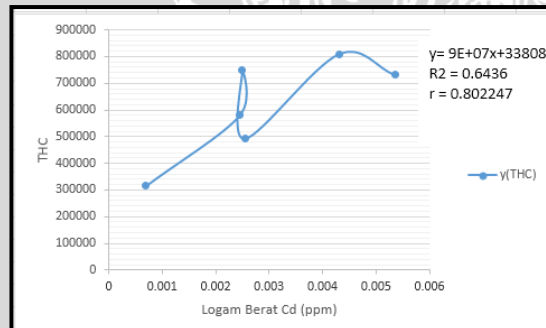
Lokasi	Stasiun 1						Stasiun 2						Stasiun 3					
	Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu ke-1			Minggu ke-2			Minggu ke-1			Minggu ke-2		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
IBAT Punten	0.01	0.006	0.00	0.00	0.005	0.00	0.0087	0.005	0.0017	0.0029	0.0041	0.005	0.001	0.0043	0.0025	0.0011	0.0043	0.0083
UPT PTPB Kepanjen	0.018	0.0014	0.0033	0.0157	0.0014	0.0033	0.0105	0.0022	0.0025	0.0058	0.0029	0.0083	0.0029	0.0024	0.005	0.0099	0.0025	0.0017

Grafik Hubungan Logam berat Pb, Cd, dan Hg dengan THC (*Total Haemocyte Count*)

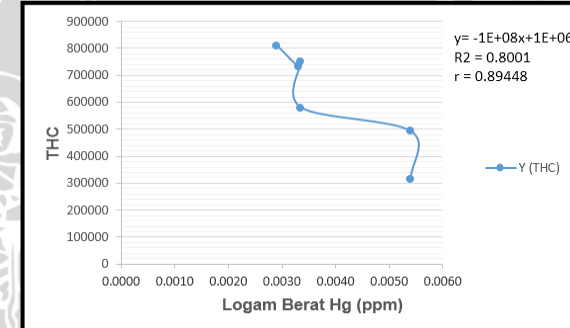
Logam Berat Pb dengan THC



Logam Berat Cd dengan THC



Logam Berat Hg dengan THC



Kualitas Air (pH, suhu, DO, Amonia, BOD₅) di IBAT Punten Kota Batu

Stasiun	Minggu 1					Minggu 2				
	pH	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Amonia (ppm)	BOD ₅ (ppm)	pH	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Amonia (ppm)	BOD ₅ (ppm)
1	7	27	6	0.0009	2	8	26	7.5	0.00112	3
2	7.5	27	7	0.00092	3	7.5	27	7	0.00114	3
3	7	27.5	5	0.000091	2.5	7.5	27.5	6	0.00092	3.5

Kualitas Air (pH, suhu, DO, Amonia, BOD₅) di UPT PTPB Kepanjen Kabupaten Malang

Stasiun	Minggu 1					Minggu 2				
	pH	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Amonia (ppm)	BOD ₅ (ppm)	pH	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Amonia (ppm)	BOD ₅ (ppm)
1	7.5	26	7	0.0009	4	7	27	7.5	0.00099	2
2	7	27	6	0.00118	3	7.5	26	8	0.00098	3
3	7	27.5	5	0.000091	3	8	27.5	6	0.00112	3.5

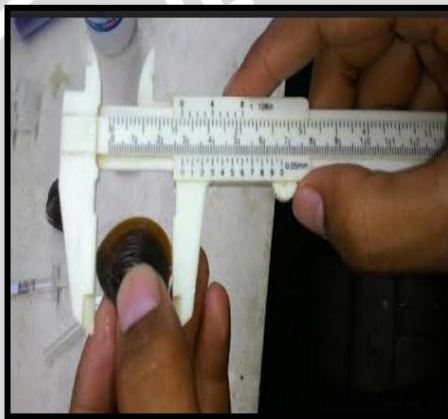
Lampiran 10. Dokumentasi Kegiatan



Sampling



Pengambilan Sampel DO



Pengukuran Cangkang Kerang
Jawa *Corbicula javanica*



Sampel Kerang Jawa
Corbicula javanica



Pembuatan preparat hemosit



Pengamatan THC dan DHC