

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Stasiun Pengamatan

#### 4.1.1 Stasiun 1

Stasiun 1 yang dijadikan tempat pengambilan sampel merupakan kolam nomer 12 di UPBAT Punten. Kolam ini terletak di bagian tengah di UPBAT Punten dan berjenis kolam semi beton dan digunakan sebagai kolam induk dengan luas kolam 720 m<sup>2</sup>. Kolam semi beton yaitu kolam yang pada bagian dasarnya merupakan tanah dan pada bagian pinggiran kolam berupa beton. Stasiun ini terdapat 3 daerah pengambilan sampel yaitu bagian inlet, tengah dan outlet. Keadaan lokasi stasiun 1 disajikan pada gambar 4. Kolam nomer 12 ini dipilih sebagai stasiun 1 dalam penelitian ini karena mewakili kondisi kolam bagian tengah yang ada di UPBAT Punten. Sumber airnya berasal dari parit kecil yang dialirkan ke kolam yang airnya berasal dari sumber brantas. Sebelum masuk ke area UPBAT Punten, air ini melewati area pertanian milik warga sekitar.



Gambar 4. Lokasi Stasiun 1 ( Kolam Induk)

#### 4.1.2 Stasiun 2

Stasiun 2 yang dijadikan tempat pengambilan sampel merupakan kolam nomer 34 di UPBAT Punten. Kolam ini berjenis kolam tradisional dimana digunakan sebagai kolam benih. Letaknya di bagian bawah di UPBAT Punten. Kolam tradisional yaitu kolam yang seluruh bagiannya terbuat dari tanah, yaitu dasar kolam dan pinggirnya masih berupa tanah. Stasiun ini terdapat 3 daerah pengambilan sampel yaitu inlet, tengah dan outlet. Keadaan lokasi stasiun 2 disajikan pada gambar 5. Kolam nomer 34 dipilih menjadi stasiun 2 karena mewakili kondisi kolam bagian bawah yang ada di UPBAT Punten. Kolam ini terletak di bagian ujung di UPBAT Punten. Air yang masuk melalui parit kecil sepanjang kira-kira 130 meter dengan kecepatan arus 5 m/s.



Gambar 5. Lokasi Stasiun 2 (Kolam Benih)

#### 4.1.3 Stasiun 3

Stasiun 3 yang dijadikan tempat pengambilan sampel merupakan kolam nomer 43 di UPBAT Punten. Kolam ini berjenis kolam semi beton dimana digunakan sebagai kolam Pembesaran. Letaknya di bagian atas di UPBAT Punten. Kolam semi beton yaitu kolam yang bagian dasarnya berupa tanah dan bagian pinggirnya berupa beton. Stasiun ini terdapat 3 daerah pengambilan

sampel yaitu inlet, tengah dan outlet. Keadaan lokasi 3 disajikan pada gambar 6. Kolam nomer 43 dipilih menjadi stasiun 3 karena kolam ini mewakili kondisi kolam bagian atas yang ada di UPBAT Punten. Kolam ini berdekatan dengan kolam pengendapan yang berada di pintu masuk air. Air masuk melalui saluran air yang berjarak kurang lebih 50 meter dari kolam pengendapan dan kecepatan airnya relatif lambat.



Gambar 6. Lokasi Stasiun 3 ( Kolam Pembesaran )

## 4.2 *Anodonta woodiana*

### 4.2.1 Biologi dan ekologi *Anodonta woodiana*

Anatomi tubuh kijing taiwan dan tubuh hampir semua jenis moluska lainnya terbagi menjadi tiga bagian, yakni kaki, mantel dan *visceral mass*. *Visceral mass* adalah kumpulan organ-organ bagian dalam, seperti insang, mulut, perut, gonad, dan organ penting lainnya.

Cangkang adalah bagian yang keras dan berhubungan langsung dengan perairan. Warnanya coklat kehijauan. Bila dilihat dari atas, sebagian besar cangkang kijing taiwan berbentuk oval, tapi ada juga yang mendekati bulat.

Sedangkan bila dilihat dari samping, cangkang kijing taiwan berbentuk lonjong di satu bagian, lalu memipih ke bagian lainnya (Purnama, 2011). Cangkang ini berfungsi untuk melindungi organ di dalamnya.

Kaki tersusun dari jaringan-jaringan otot yang elastis. Bentuknya seperti lidah, bisa memanjang dan bisa memendek. Saat memanjang, kaki biasanya digunakan untuk berjalan dari satu tempat ke tempat lainnya, terutama ketika masih muda. Selain untuk berjalan, kaki juga digunakan sebagai alat pembersih kotoran pada mantel dan insang. Pergerakan kaki terjadi akibat adanya tekanan syaraf melalui darah. Bila terjadi tekanan, maka kaki akan memanjang dan tegar. Perpanjangan kaki bisa mencapai tiga kali lipat dari keadaan normal. Saat itulah kakinya berfungsi dan menyebabkan cangkang terbuka dengan sendirinya. Pada bagian kaki, ada organ lain yang bentuknya seperti rambut atau serat yang berwarna hitam. Organ itu dinamakan bisus. Bisus digunakan oleh kijing taiwan sebagai alat untuk menempelkan tubuhnya pada tempat yang disukai. Penempelan terjadi setelah kijing berjalan ke satu tempat (Purnama, 2011).

#### 4.2.2 Klasifikasi

Klasifikasi kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) menurut Zipcodezoo (2011) adalah:

Phylum : Mollusca  
Class : Bivalvia  
Subclass : Metabranhia  
Superorder : Eulamellibranchia  
Order : Unionida  
Superfamily : Unionacea  
Family : Unionidae  
Genus : Anodonta  
Spesies : *Anodonta woodiana*



Gambar 7. *Anodonta woodiana*

#### 4.2.3 Ukuran *Anodonta woodiana* yang ditemukan

Variasi ukuran *Anodonta woodiana* yang ditemukan di masing-masing stasiun berkisar antara 9,2 cm sampai 15,1. Variasi ukuran *Anodonta woodiana* yang ditemukan pada stasiun 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada tabel 2a.

Tabel 2a. Variasi panjang dan lebar *Anodonta woodiana*

No	Stasiun	Ulangan	Panjang(cm)	Lebar(cm)
1	1 inlet	1	10,4	7,1
2		2	10,1	6,1
3		3	9,2	5,1
4	1 tengah	1	9,5	6,0
5		2	11	6,6
6		3	10,5	5,8
7	1 outlet	1	14,3	7,8
8		2	14	7,1
9		3	11,1	7,1
10	2 inlet	1	12,2	7,1
11		2	10,7	6,2
12		3	10,2	6,2
13	2 tengah	1	11,2	6,9
14		2	10,3	5,9
15		3	12,3	7
16	2 outlet	1	10,6	6,4
17		2	10,1	5,1
18		3	11,6	6
19	3 inlet	1	11,1	7,3
20		2	11,2	7,1
21		3	10,6	6,5
22	3 tengah	1	10,7	6,7
23		2	11,7	7,3
24		3	11,2	7,1
25	3 outlet	1	15,1	8,2
26		2	13,3	7,8
27		3	12,6	8

*Anodonta woodiana* yang rata-rata paling panjang terdapat pada stasiun 3 outlet dan yang rata-rata nya paling pendek adalah pada stasiun 1 inlet. Perbedaan umur pada kijing ditentukan dengan ukuran besar atau kecilnya ukuran. *Growth ring* merupakan alur pola pada bagian luar cangkang yang berfungsi untuk mengetahui umur dari kijing (Aditya, 2012). Pertumbuhan kijing dapat dilihat dari garis-garis di sekeliling umbo yang merupakan garis

pertumbuhan tahunan (Sulistiawan 2007 dalam Hendra *et al.*, 2010). Umbo merupakan titik awal pertumbuhan cangkang, sedangkan garis pertumbuhannya berikutnya menggambarkan jarak/interval dari fase terjadinya pertumbuhan dengan fase tidak terjadinya pertumbuhan (Hendra *et al.*, 2010). Kijing yang paling muda biasanya ukurannya lebih pendek daripada kijing yang umurnya tua. Perbedaan ukuran pada kijing juga mempengaruhi laju penyerapan logam berat Pb. Kijing yang berukuran lebih besar biasanya menyerap Pb lebih banyak. Hal ini sesuai dengan Widiati (2010) yang menyatakan bahwa semakin besar ukuran kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) maka penyerapan Pb akan semakin besar pula. Pada kijing taiwan dengan ukuran yang berbeda mempunyai laju penyerapan logam Pb yang berbeda.

### 4.3 Logam Berat Pb

#### 4.3.1 Pb pada air

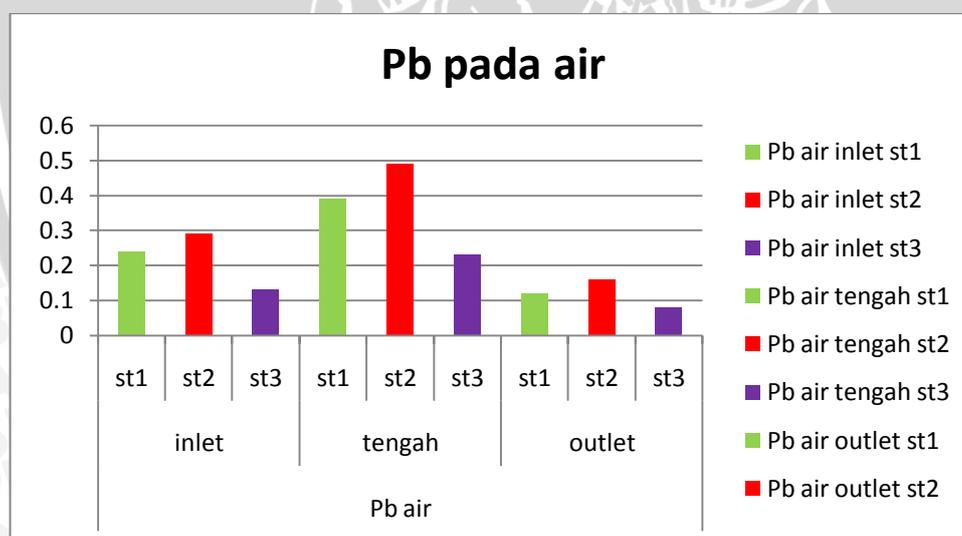
Logam berat Pb yang terdapat di air pada stasiun 1, 2 dan 3 terdapat pada tabel 2b.

Tabel 2b. Kandungan Pb pada Air

no	Stasiun	Inlet (ppm)	Tengah(ppm)	Outlet(ppm)	Rata-rata(ppm)
1	1				
	Ulangan 1	0,25	0,39	0,12	Inlet: 0,24
	Ulangan 2	0,22	0,41	0,13	Tengah: 0,39
	Ulangan 3	0,24	0,38	0,12	Outlet: 0,12
2	2				
	Ulangan 1	0,29	0,49	0,17	Inlet: 0,29
	Ulangan 2	0,27	0,48	0,15	Tengah: 0,49
	Ulangan 3	0,30	0,49	0,16	Outlet: 0,16
3	3				
	Ulangan 1	0,13	0,23	0,09	Inlet: 0,13
	Ulangan 2	0,12	0,22	0,08	Tengah: 0,23
	Ulangan 3	0,14	0,24	0,06	Outlet: 0,08

Logam berat Pb yang ada di UPBAT Punten rata-rata berkisar antara 0,08 ppm sampai 0,49 ppm. Logam berat disini sudah tinggi dan melebihi batas ambang yang telah diperbolehkan. Batas kandungan logam berat Pb di perairan yang sesuai untuk perikanan sebesar  $< 0,03$  mg/l. Jika logam yang diabsorpsi lebih besar daripada logam yang diekskresikan maka akan terjadi penumpukan logam berat dalam jaringan tubuh organisme air (Wardana, 1995 dalam Suaniti, 2007).

Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan oleh Kantor KLH untuk kepentingan perikanan yakni kurang dari 0.01 ppm atau 10 ppb. Kadar Pb sebesar 0.1 – 0.2 ppm dapat menyebabkan keracunan pada jenis ikan tertentu, dan pada kadar 188 ppm dapat membunuh ikan-ikan (Tarigan *et al.*,2003). Lebih jelasnya, kandungan logam berat Pb yang ada di air disajikan pada gambar 8.



Gambar 8. Logam berat Pb di air

Logam berat Pb yang tertinggi terdapat pada stasiun 2. Stasiun 2 merupakan kolam paling bawah di UPBAT Punten. Stasiun 3 merupakan kolam yang kandungan logam beratnya paling rendah. Stasiun 3 merupakan kolam paling atas yang ada di UPBAT Punten. Bagian tengah kolam merupakan bagian kolam

yang kadar Pb nya paling tinggi. Hal tersebut sesuai dengan Romziah dan Hertika (2010) yang menyatakan bahwa kandungan Pb yang tertinggi adalah terletak pada bagian tengah kolam dari semua stasiun. Berbeda dengan apa yang telah diungkapkan oleh Sudarwin (2008) dalam Saputra dan Hertika (2010), bahwa pada bagian pinggir kanan inlet, kadar Pb lebih besar dibandingkan dengan bagian tengah dan bagian outlet. Kadar Pb pada bagian tengah lebih besar dibandingkan dengan kadar Pb pada bagian pinggir kiri outlet. Hal ini disebabkan karena penyebaran dari outlet pembuangan yang tidak menyebar rata. Penyebarannya mendominasi bagian pinggir kanan, terus tengah kemudian baru kebagian pinggir kiri.

Kolam di UPBAT Punten, kandungan Pb tertinggi berada ditengah kolam. Hal ini mungkin disebabkan karena air yang masuk melalui inlet mempunyai arus yang deras. Begitu pula dengan air yang berdekatan dengan outlet. Sedangkan aliran air yang ditengah sangat lambat berbeda dengan aliran yang berada di inlet dan outlet. Dengan begitu, logam berat akan turun ke sedimen secara pelan-pelan. Sedangkan pada inlet dan outlet, aliran airnya cepat sehingga logam berat sedikit yang turun ke sedimen.

#### 4.3.2 Pb pada sedimen

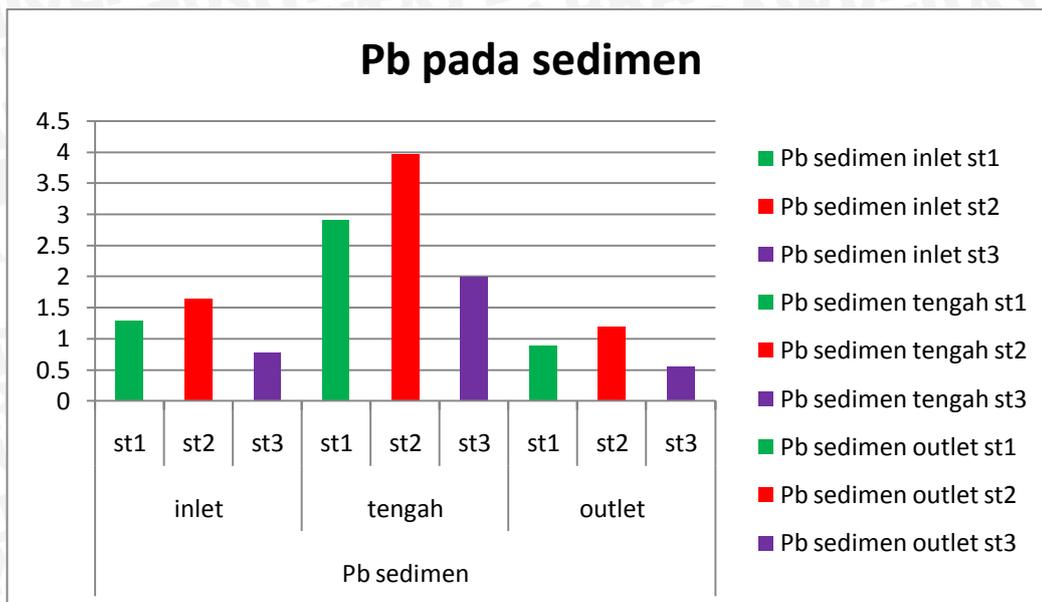
Logam berat Pb yang ada di sedimen yang terdapat di stasiun 1, 2 dan 3 di UPBAT Punten terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Pb pada Sedimen

no	stasiun	Inlet(ppm)	Tengah(ppm)	Outlet(ppm)	Rata-rata(ppm)
1	1				
	Ulangan 1	1,24	2,70	0,86	Inlet: 1,29
	Ulangan 2	1,35	2,89	0,97	Tengah: 2,9
	Ulangan 3	1,27	3,11	0,84	Outlet: 0,89
2	2				
	Ulangan 1	1,62	3,94	1,22	Inlet: 1,64
	Ulangan 2	1,67	4,05	1,08	Tengah: 3,96
	Ulangan 3	1,62	3,88	1,27	Outlet: 1,19

3	3				
	Ulangan 1	0,81	1,97	0,54	Inlet: 0,78
	Ulangan 2	0,86	2,11	0,62	Tengah: 1,99
	Ulangan 3	0,68	1,89	0,49	Outlet: 0,55

Logam berat Pb yang ada pada sedimen berkisar antara 0,55-3,96 ppm. Dari seluruh stasiun, logam berat tertinggi terdapat pada daerah tengah dari seluruh kolam. Kandungan logam berat tertinggi yaitu terdapat pada stasiun 2 bagian tengah yaitu sebesar 3,96 ppm. Kandungan logam berat terendah yaitu pada stasiun 3 bagian outlet yaitu sebesar 0,49 ppm. Menurut PPLH IPB, 1997 dalam Jumariyah, 2001, logam berat juga mudah terakumulasi di sedimen. Sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan massa air sehingga sedimen merupakan sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Romziyah dan Hertika (2010) bahwa akumulasi logam berat Pb tertinggi yaitu pada bagian tengah kolam dan terendah pada bagian outletnya. Dari data yang didapatkan selama penelitian kisaran nilai kandungan timbel (Pb) yang terdapat pada sedimen berkisar antara 0,55 ppm sampai 3,96 ppm. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Priyanto *et al.*, (2008), nilai Pb yang di dapat selama melakukan penelitian di waduk didapatkan hasil bahwa kisaran nilai Pb yang terdapat berkisar antara 1,9-3,9 ppm. Hal ini masih dalam kisaran yang normal. Lebih jelasnya, kandungan logam berat Pb pada sedimen disajikan pada gambar 9.



Gambar 9. Logam Berat Pb pada Sedimen

#### 4.4.3 Pb pada kijing

Kijing taiwan yang ada pada stasiun 1, 2 dan 3 juga diukur kandungan logam berat nya. Pada kijing taiwan, yang diuji logam beratnya adalah seluruh tubuh kijing kecuali cangkang. Gambar 10 merupakan tubuh bagian dalam dari kijing *Anodonta woodiana* yang diuji kadar Pb nya.



Gambar 10. Tubuh bagian dalam kijing *Anodonta woodiana*

Kandungan Pb pada kijing taiwan berkisar antara 0,34 ppm sampai 1,78 ppm. Kandungan logam berat Pb pada kijing taiwan, yang tertinggi yaitu pada stasiun 2 bagian tengah sebesar 1,78 ppm dan yang terendah yaitu pada stasiun

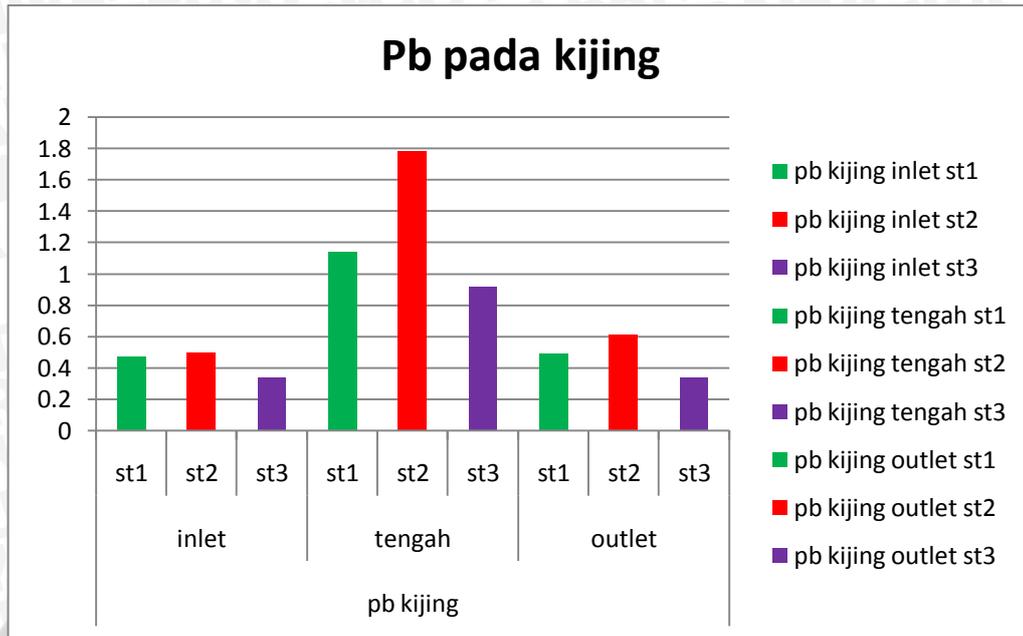
3 bagian outlet sebesar 0,34 ppm. Logam berat Pb tertinggi pada stasiun 2 karena stasiun 2 merupakan kolam yang letaknya paling bawah di UPBAT Punten. Bahan organik yang dibawa dari air masuk mengendap lebih banyak di kolam yang paling ujung atau terakhir, sehingga akumulasi Pb semakin tinggi. Tabel logam berat Pb pada kijing disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Logam berat Pb pada kijing taiwan (*Anodonta woodiana*)

no	stasiun	Inlet(ppm)	Tengah(ppm)	Outlet(ppm)	Rata-rata(ppm)
1	1				
	Ulangan 1	0,41	1,16	0,54	Inlet: 0,47
	Ulangan 2	0,54	1,24	0,43	Tengah: 1,14
	Ulangan 3	0,46	1,03	0,51	Outlet: 0,49
2	2				
	Ulangan 1	0,46	1,62	0,62	Inlet: 0,5
	Ulangan 2	0,54	1,97	0,54	Tengah: 1,78
	Ulangan 3	0,49	1,76	0,68	Outlet: 0,61
3	3				
	Ulangan 1	0,35	0,81	0,41	Inlet: 0,34
	Ulangan 2	0,27	1,08	0,30	Tengah: 0,92
	Ulangan 3	0,41	0,86	0,32	Outlet: 0,34

Masuknya logam berat Pb ke dalam tubuh kijing melalui berbagai cara. Menurut Jardin, 1993 dalam Suprapti, 2008, terjadinya kontaminasi zat beracun pada organisme perairan dapat melalui 3 cara: (1) melalui permukaan organisme (2) melalui respirasi atau ingesti dari air dan (3) melalui pengambilan makanan (zooplankton, fitoplankton) yang mengandung bahan pencemar kimia.

Dibawah ini adalah grafik kandungan logam berat Pb yang terdapat pada kijing taiwan (*Anodonta woodiana*):



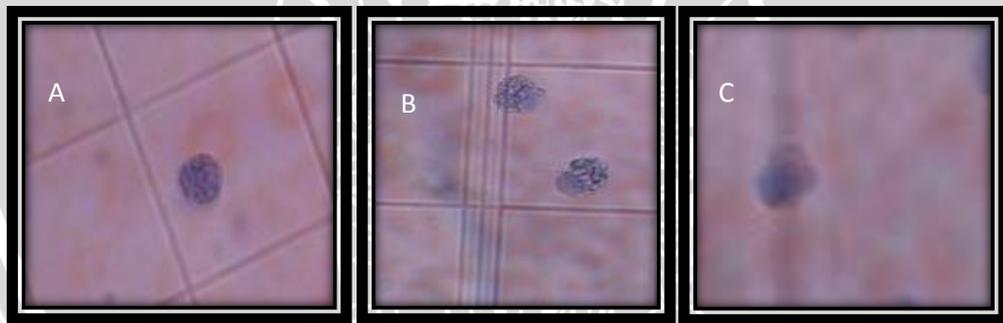
Gambar 11. Kandungan logam berat Pb pada *Anodonta woodiana*

Menurut Jumariyah (2001), batas maksimum logam Pb dalam makanan hasil laut yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan RI dan FAO adalah sebesar 2,0 ppm. Menurut keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor:KEP.17/MEN/2004 bahwa kandungan logam berat Pb maksimum 1,5 mg/kg berat bersih. Kandungan logam berat Pb pada kolam-kolam ini tidak melebihi batas yang telah di tentukan oleh departemen kesehatan RI dan FAO yaitu sebesar 2 ppm. Akan tetapi, sudah mendekati ambang batas yang telah ditentukan untuk konsumsi. Hasil penelitian ini berbeda dari apa yang telah dilakukan sebelumnya oleh Arianti dan Hertika (2011) bahwa kandungan logam berat Pb yang ada di UPBAT Punten melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Tetapi dengan kolam yang berbeda.

#### 4.4 Hemosit

##### 4.4.1 *Differential hemocyte count (DHC)*

Hasil pengamatan yang dilakukan di laboratorium, 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. Sel granulosit sendiri memiliki karakteristik dengan bentuk yang paling besar diantara sel-sel lainnya dan memiliki bentuk yang tidak beraturan. Menurut Kurniawan (2012), Sel semi granular memiliki ciri-ciri : lebih besar dari hyalin, bentuk oval memanjang dengan jumlah yang jarang dan menyebar . Menurut Le Moullac *et al* (1997) dalam Rantetondok dan Karim (2010) Sel granular memiliki ciri-ciri : bentuk bulat, oval, ukuran  $13 \pm 2,5$  mm, nukleus bulat ditengah, sitoplasma berisi granular yang padat dan sangat refraktif dengan jumlah granular eosinophilic yang tinggi. Berikut ini adalah gambar sel granulosit, semi granulosit dan hyalin (agranulosit):



Gambar 12 a. Sel granulosit (A), semi granulosit (B) dan hyalin (C)

Menurut Chang *et al.*,(2005), gambar hyalin, granulosit dan semi granulosit disajikan pada gambar 12 b.



Gambar 12 b. (A) Granulosit (B) Semi Granulosit (C) Hyalin

Hasil perhitungan hemocyte yaitu pada tabel 5. Granulosit yang terbanyak terdapat pada stasiun 3 outlet sebesar 68,2% dan terendah pada stasiun 1 inlet sebesar 40%. Semi granulosit tertinggi pada stasiun 3 inlet yaitu sebesar 35% dan terendah pada stasiun 3 tengah yaitu sebesar 18,2%. Hyalin tertinggi terdapat pada stasiun stasiun 2 inlet yaitu sebesar 33,3% dan terendah pada stasiun stasiun 3 outlet sebesar 4,5%.

Tabel 5. *Differential Hemocyte Count ( DHC) Anodonta woodiana*

stasiun		Granulosit (%)	Semi granulosit (%)	Hyaline (%)
1	Inlet	40	40	20
	Tengah	55,6	22,2	22,2
	outlet	65	25	10
2	Inlet	44,5	22,2	33,3
	Tengah	50	25	25
	Outlet	75	18,75	6,25
3	Inlet	45	35	20
	Tengah	54,5	18,2	27,3
	Outlet	68,2	27,3	4,5
kontrol		55,6	14,8	29,6

Hemosit kijing terdiri dari granulosit, semi granulosit dan hyaline atau agranulosit. Granulosit merupakan jumlah hemosit yang paling tinggi. Hasil studi yang pernah dilakukan oleh Gagnaire *et al.* (2007) menunjukkan bahwa hasil pemaparan dari pencampuran pestisida pada hewan bivalvia jenis *Crassostrea gigas* mempengaruhi parameter haemocyte yaitu menyebabkan meningkatnya kematian sel dan juga meningkatkan presentase granulosit. Menurut penelitian Arifudin *et al.*, 2004 yang dilakukan pada hemosit udang dengan pemberian hidrokuinon menunjukkan peningkatan sel-sel granular yang signifikan diikuti dengan penurunan sel-sel hyalin dan semi granulosit . Penurunan persentase sel-sel hyalin dan semi granular bukan merupakan pengaruh negatif dari pemberian hidrokuinon tetapi merupakan implikasi dari peningkatan sel-sel granular. Dalam hal ini, sel-sel granular merupakan sel-sel matang dari kedua sel yang lainnya.

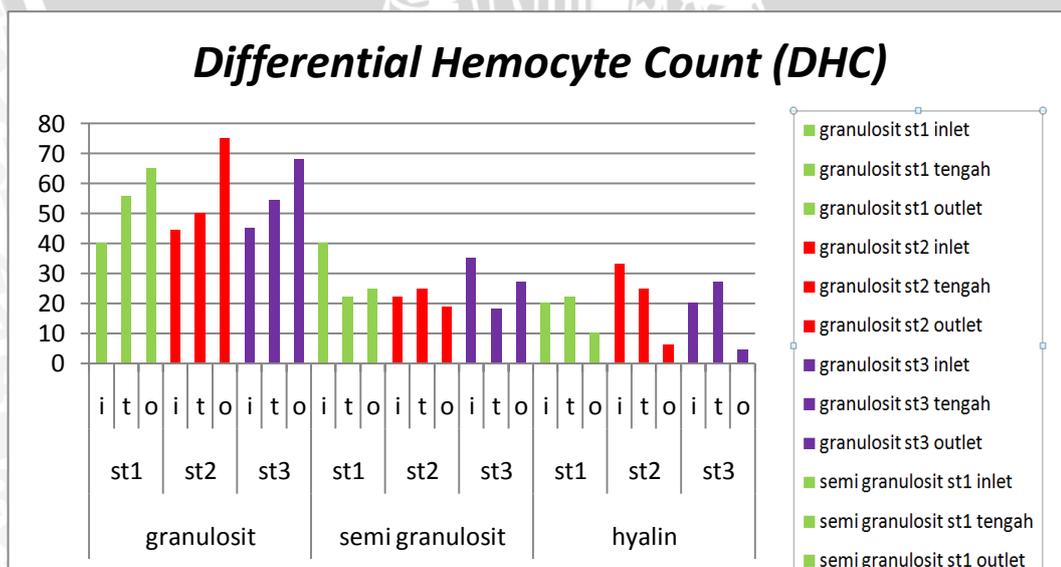
Bachere (2000) dalam Arifudin *et al.*, (2004) mengemukakan berdasarkan karakteristik morfologi dan sitokimia, beberapa fungsi dan keterlibatan dalam reaksi pertahanan yang berbeda berhubungan dengan jenis sel yang berbeda, misalnya sel hyalin dengan koagulasi, sel granular dan semi granular dengan fagositosis dan sistem proPO. Menurut Irma (2012) tentang sistem pertahanan humoral pada serangga, Aktifasi enzim proPO (*prophenoloxidase*) menjadi PO (*phenoloxidase*) dengan bantuan enzim serine protease. PO yang aktif, akan mengubah phenol menjadi quinon. Quinon inilah yang menyebabkan terjadinya penggelapan (melanisasi) dan pengerasan (sklerotisasi). Menurut Sritunyalucksana dan Soderhall (2000), konversi dari inaktif proPO menjadi PO aktif adalah dengan serin protease yaitu *prophenoloxidase activating enzyme* (PPA). PO adalah tembaga bifungsional yang mengandung enzim, yang dikatalisis oleh *o*-hydroxylation dari monophenols dan oxidase dari phenols menjadi quinones (Sugumaran, 1996 dalam Sritunyalucksana dan Soderhall, 2000). PO biasanya mengkatalisis oksidasi tyrosine untuk memproduksi substansi toxic quinone dan reaksi pendek yang lain yang mengawali pembentukan melanin. Hal tersebut telah menunjukkan bahwa ikatan melanin pada permukaan bakteri dan peningkatan adhesi haemocyte kepada bakteri. Sehingga mempercepat penghilangannya dengan pembentukan nodule. (Cerenius *et al.*, 2008; da Silva, 2002 dalam Fagutao, *et al.* 2011).

proPO diaktifkan oleh prophenol oxidase activating enzyme (PPA). Sedangkan PPA ini diaktifkan oleh lipopolisakarida. ProPO dan PPA ini merupakan protein yang berlokasi di granular hemosit. Akibat dari mengaktifkan ProPO menjadi PO dihasilkan protein faktor opsionin yg merangsang fagositosis hialosit (Johansson dan Soderhall, 1989 dalam Anonymous, 2012). Ujung apabila mengalami luka maka akan muncul suatu titik berpigmen hitam. Hal ini disebabkan karena PO mendukung hidroksilasi phenol dan oksidasi *o*-phenol

menjadi quinones yang diperlukan untuk proses melanisasi sebagai respon terhadap penyerang asing dan selama proses penyembuhan. Quinone selanjutnya diubah menjadi suatu reaksi non-enzimatis menjadi melanin dan sering disebut deposit pada benda yang dienkapsulasi dalam nodule hemosit dan pada daeah kulit yang terinfeksi (Sritunyalucksana *et al.* 2001 dalam Anonimus, 2012).

Kemampuan sel granular untuk melakukan aktifitas fagositosis dan terlibat dalam sistem proPO akan memberikan proteksi ganda terhadap patogen yang tentunya akan lebih meningkatkan status kesehatan udang . Sel granular kemampuan memfagosit partikel asing tetapi dengan frekuensi yang lebih rendah dibandingkan dengan sel semi granular. Sel hemosit yang paling kecil adalah hyalin dianggap juga sebagai fagosit (Soderhall & Cerenius (1992) dalam Arifudin *et al.*, (2004).

Menurut Sritunyalucksana dan Soderhall (2000), pada udang Peneid, enzim dari sistem proPO terdapat pada sel semigranular dan granular (Vargas-Albores *et al.*, 1993; Perazzolo and Baracco, 1997). Dibawah ini adalah grafik dari *Differential Hemocyte Count (DHC)* pada stasiun 1, 2 dan 3.

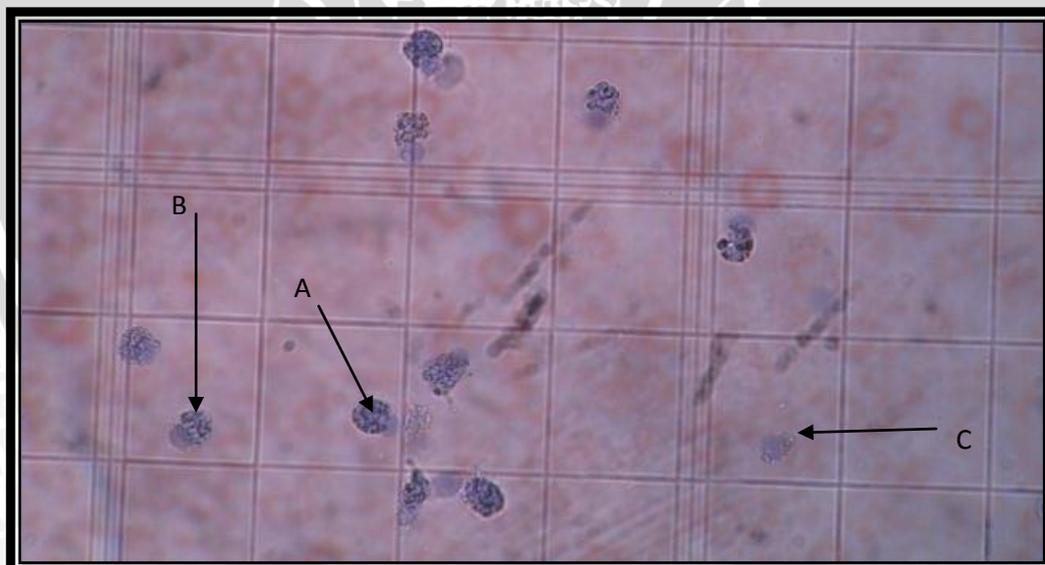


Gambar 13. *Differential Hemocyte Count (DHC)* pada *Anodonta woodiana*

Sel agranular yang sering disebut dengan sel hyalin, adalah sel kecil dengan sedikit sitoplasma, memiliki beberapa atau tidak memiliki granula, memiliki nukleus yang relatif besar, dan masih sedikit diketahui fungsinya (Kraeuter J. N dan M. Castana, 2001 dalam Kurniawan 2012). Sel granulosit merupakan salah satu jenis dari haemocyte yang berperan aktif dalam proses fagositosis. Selain sel granulosit juga berperan dalam penyimpanan dan pelepasan sistem proPO (*Cytotoxicity*) (Soderhall *et al.*, 1985 dalam Kurniawan 2012). Sehingga, kijing yang terkena polutan berupa logam berat, jumlah granulositnya lebih tinggi karena untuk menangkal benda asing tersebut.

#### 4.4.2 Total hemocyte count (THC)

*Total Hemocyte Count* (THC) sering dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi fisiologis dari suatu spesies. Berikut ini adalah gambar hemosit yang diamati dibawah mikroskop dengan haemocytometer.



Gambar 14. Hemosit *Anodonta woodiana* yang diamati dibawah mikroskop  
A: granulosit, B: semi granulosit, C: hyalin

Menurut Chang *et al.*,(2005), gambar hyalinost, granulosit dan semi granulosit disajikan pada gambar 12 b.



Gambar 12 b. (A) Granulosit (B) Semi Granulosit (C) Hyalin

Dari penelitian yang telah dilakukan, granulosit memiliki bentuk yang lebih besar dan mempunyai granula di dalamnya. Hyalin ukurannya lebih kecil dan tidak bergranula dan semi granulosit ukurannya lebih besar dari pada hyalin dan lebih kecil daripada granulosit. Semi granulosit mempunyai granula di dalamnya dan jumlahnya lebih sedikit daripada granulosit. Jumlah dari THC dapat dilihat pada pada tabel 6. Jumlah THC pada masing-masing stasiun bervariasi yaitu antara  $16 \times 10^6$  sampai  $40 \times 10^6$ .

Tabel 6. *Total Hemocyte Count (THC) pada Anodonta woodiana*

No	stasiun	Inlet	Tengah	Outlet	Rata-rata
1	1	$20 \times 10^6$	$18 \times 10^6$	$40 \times 10^6$	$26 \times 10^6$
2	2	$18 \times 10^6$	$16 \times 10^6$	$32 \times 10^6$	$22 \times 10^6$
3	3	$40 \times 10^6$	$22 \times 10^6$	$44 \times 10^6$	$36 \times 10^6$
4	Kontrol	$56 \times 10^6$	$24 \times 10^6$	$40 \times 10^6$	$54 \times 10^6$

Jumlah total hemosit yang paling banyak yaitu pada stasiun 3 outlet sebesar  $44 \times 10^6$ . Jumlah total hemosit yang paling sedikit terdapat pada stasiun 2 tengah sebesar  $16 \times 10^6$ . Fungsi THC adalah sebagai parameter system imun bagi tubuh kijing. Menurut Cherkasov, *et al*, (2007) dalam Wulandari 2010 menyebutkan bahwa pada tiram *Crassostrea virginica* mudah menyerap polutan

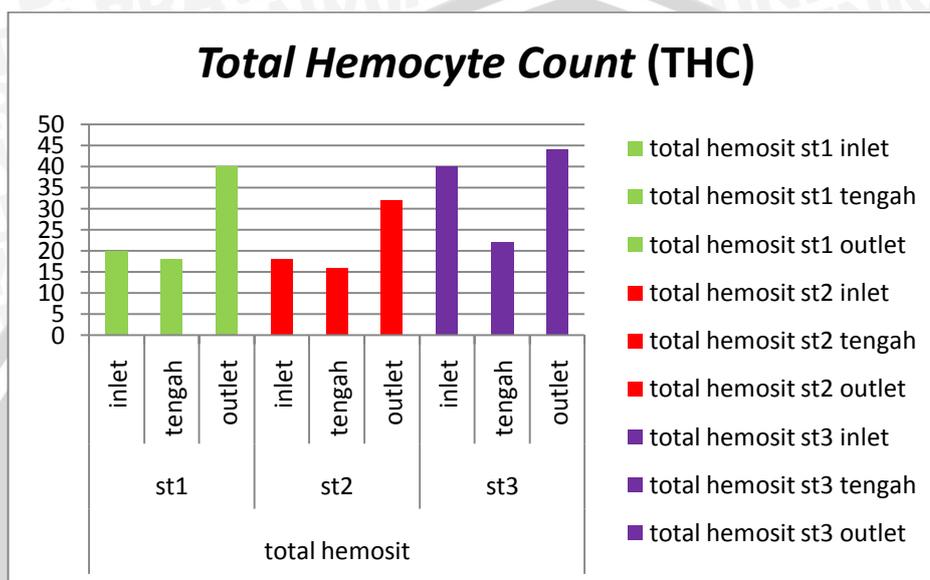
seperti cadmium (Cd) mengakibatkan penurunan pada parameter sistem imun yaitu *Total Haemocyte Count* sehingga menyebabkan penurunan respon imunnya yang dapat menyebabkan kematian pada hewan tersebut terutama pada salinitas tinggi dan perubahan suhu yang drastis. THC pada kijang mengalami penurunan ketika terdapat logam berat. Hal tersebut mungkin disebabkan karena terjadi kerusakan sel hemosit kijang ketika logam berat masuk ke tubuh kijang. Hal serupa juga terjadi pada sel hemosit udang. Penelitian Maharani *et al.*, (2009), pada saat udang windu mengalami zoothamniosis derajat infestasi berat, terjadi perubahan hemosit berupa kerusakan sitoplasma, yaitu sitoplasma terlihat bergranul (peningkatan agregasi pada sitoplasma).

Penelitian yang dilakukan Kurniawan (2012) terlihat jumlah haemocyte baik itu hyalin, semi granulosit dan granulosit serta persentase aktivitas fagositosis menurun pada kijang yang diberikan perlakuan pemberian pestisida jika dibandingkan dengan kijang tanpa perlakuan (kontrol). Hal ini diduga terjadi karena polutan karbaril mencegah pembentukan haemocyte pada kijang sehingga tidak terjadi maturasi sel sempurna pada haemocyte atau yang biasa disebut dengan *Hematopoiesis*.

Menurut Van de Braak (2002) dalam Arifuddin *et al.*, (2004), penurunan total hemosit setelah ujiantang berhubungan dengan aktifitas pertahanan yang berbeda. Hemosit akan bermigrasi ke tempat injeksi menyebabkan berkurangnya konsentrasi sel dalam hemolimph. Hemosit beragregat menjadi gumpalan setelah infeksi bakteri yang akut dan injeksi bahan asing (Smith & Ratcliffe 1980 dalam Arifuddin *et al.*, (2004). Degranulasi dapat diikuti oleh lisis sel (Soderhall *et al.* 1986 dalam Arifuddin *et al.*, 2004), dan oleh karena itu sejumlah hemosit dapat juga hilang selama proses degranulasi. Volk & Wheeler (1998) dalam Maryani *et al.*, (2002), menyatakan bahwa membran sel yang tersusun dari

protein dan lipid rentan terhadap zat kimia yang dapat menurunkan tegangan permukaan, menimbulkan lisis pada membran.

Stasiun 3 mempunyai rata-rata total hemosit yang paling banyak daripada stasiun lainnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini:

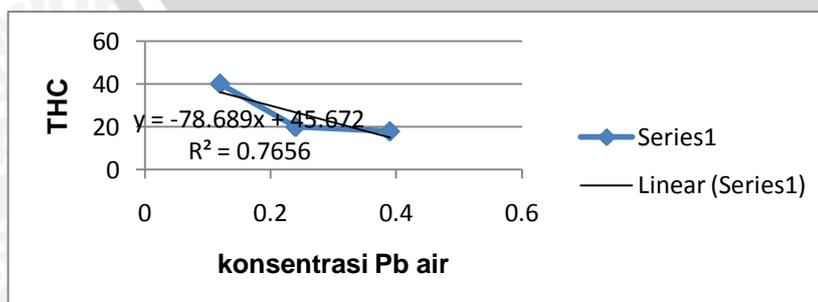


Gambar 15. Total Hemocyte Count (THC) pada *Anodonta woodiana*

#### 4.5 Hubungan Hemosit Dengan Kandungan Pb

##### 4.5.1 THC dengan pb pada air

Hasil perolehan *Total Hemocyte Count* (THC) dengan kandungan Pb pada air disajikan pada gambar 16. Hubungan THC dengan konsentrasi Pb pada air disajikan pada gambar 16 a.

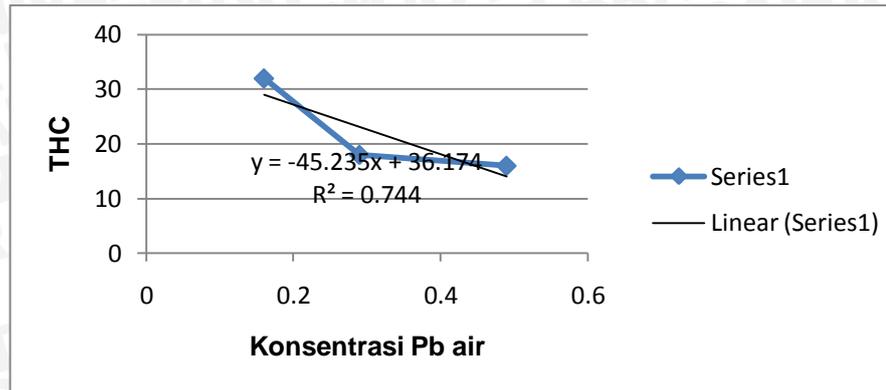


Gambar 16 a. Hubungan THC dengan kandungan Pb pada air di stasiun 1

Hubungan antara THC dengan Pb air pada stasiun 1 mempunyai persamaan garis  $y = -78,68x + 45,67$  dengan selang kepercayaan sebesar 76,5%. Selisih konsentrasi Pb 0,12 ppm mampu menurunkan THC sebesar  $40 \times 10^6$ . Pb daerah inlet yaitu 0,24 ppm. Dengan nilai THC antara  $20 \times 10^6$ . Pada daerah tengah, Pb air yaitu 0,39 ppm dengan nilai THC  $18 \times 10^6$ . Pada daerah outlet, nilai Pb yaitu 0,12 ppm dengan nilai THC  $40 \times 10^6$ . Perbedaan hubungan nilai THC dengan Pb di daerah inlet, tengah dan outlet mungkin disebabkan karena perbedaan ukuran kijing. Menurut Permata *et al.*, (2012), ukuran kijing yang optimal dalam menyerap bahan organik adalah 8 cm. Pada stasiun ini, ukuran yang mendekati adalah kijing yang ditemukan pada bagian inlet. Sehingga penyerapan logam berat semakin tinggi. Hal tersebut menyebabkan THC menurun.

Menurut Cherkasov, *et al.*, (2007) dalam Wulandari 2010 menyebutkan bahwa pada tiram *Crassostrea virginica* mudah menyerap polutan seperti cadmium (Cd) mengakibatkan penurunan pada parameter sistem imun yaitu *Total Haemocyte Count* sehingga menyebabkan penurunan respon imunnya.

Kijing yang dibagian tengah, sering menerima paparan pencemar misalnya logam berat. Terbukti dengan penelitian yang dilakukan Romziyah dan Hertika (2011) bahwa kandungan logam berat di air dan sedimen yang tertinggi berada di tengah kolam. Sehingga mereka bisa beradaptasi dengan lingkungan. Sedangkan yang berada di outlet, nilai Pb relatif rendah daripada di inlet dan tengah pada stasiun 1. Serta, ukuran kijing yang ditemukan berukuran lebih besar daripada di inlet dan tengah. Sehingga respon adaptasi juga lebih tinggi. Hal tersebut terbukti dengan nilai THC yang lebih tinggi daripada inlet dan tengah. Hal tersebut juga terjadi pada stasiun 2. Gambar hubungan THC dengan Pb air stasiun 2 disajikan pada gambar 16 b.

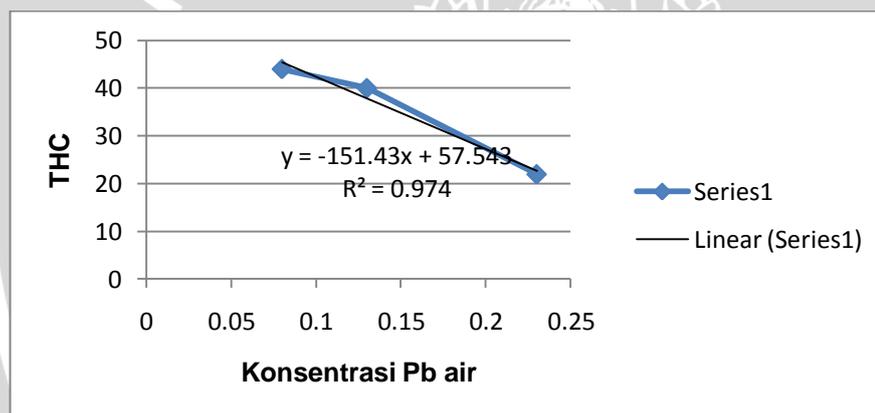


Gambar 16 b. Hubungan THC dengan kandungan Pb air stasiun 2

Hubungan antara THC dengan kandungan Pb air stasiun 2 mempunyai persamaan garis  $y = -45,23x + 36,17$  dengan selang kepercayaan 74,4%. Selisih konsentrasi Pb 0,13 ppm dapat menurunkan THC sebesar  $28 \times 10^6$ . Pada stasiun 2 inlet, nilai Pb yaitu 0,29 ppm dengan nilai THC  $18 \times 10^6$ . Bagian tengah nilai Pb yaitu 0,49 ppm dengan nilai THC yaitu  $16 \times 10^6$ . Pada daerah outlet, nilai Pb yaitu 0,16 ppm dengan nilai THC  $32 \times 10^6$ . Perbedaan hubungan nilai THC dengan Pb di daerah inlet, tengah dan outlet mungkin disebabkan karena perbedaan ukuran. Kijing pada bagian inlet berukuran lebih kecil daripada tengah dan outlet, sehingga THC nya juga lebih rendah daripada outlet.

Menurut Widiati (2010) yang menyatakan bahwa semakin besar ukuran kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) maka penyerapan Pb akan semakin besar pula. Pada kijing taiwan dengan ukuran yang berbeda mempunyai laju penyerapan logam Pb yang berbeda. Menurut Cherkasov, *et al*, (2007) dalam Wulandari 2010 menyebutkan bahwa pada tiram *Crassostrea virginica* mudah menyerap polutan seperti cadmium (Cd) mengakibatkan penurunan pada parameter sistem imun yaitu *Total Haemocyte Count* sehingga menyebabkan penurunan respon imunnya.

Kijing yang dibagian tengah, sering menerima paparan pencemar misalnya logam berat. Terbukti dengan penelitian yang dilakukan Romziyah dan Hertika (2011) bahwa kandungan logam berat di air dan sedimen yang tertinggi berada di tengah kolam. Sehingga kijing bisa beradaptasi dengan lingkungan. Sedangkan yang berada di outlet, nilai Pb relatif rendah daripada di inlet dan outlet pada stasiun 2. Serta, ukuran kijing yang ditemukan berukuran lebih besar daripada di inlet dan tengah. Sehingga respon adaptasi juga lebih tinggi. Hal tersebut terbukti dengan nilai THC yang lebih tinggi daripada inlet dan tengah. Stasiun 3 berbeda dengan stasiun 1 dan 2. Grafik hubungan THC dengan kandungan Pb air stasiun 3 disajikan pada gambar 16 c.



Gambar 16 c. Hubungan THC dengan Pb air stasiun 3

Hubungan antara THC dengan kandungan Pb air pada stasiun 3 mempunyai persamaan garis  $y = -151,4x + 57,54$  dengan selang kepercayaan 97,4%. Pada daerah inlet, nilai Pb yaitu 0,13 ppm dengan nilai THC yaitu  $40 \times 10^6$ . Bagian tengah nilai Pb yaitu 0,23 ppm dengan nilai THC  $22 \times 10^6$ . Dan bagian outlet nilai Pb yaitu 0,08 ppm dengan nilai THC  $44 \times 10^6$ . Konsentrasi Pb air yang terbesar adalah pada bagian tengah kolam. Sehingga THC semakin menurun. Daerah inlet, THC nya lebih besar daripada tengah karena pada daerah inlet terdapat arus air. Menurut Yuliana *et al.*, (2012) bahwa kijing yang mengandung logam

berat Pb akan turun kandungan Pb nya apabila diberi perlakuan aliran air (arus). Kijing yang berada di bagian tengah mendapat paparan Pb yang tinggi dari perairan, sehingga nilai THC semakin turun.

Penelitian yang dilakukan Kurniawan (2012) terlihat jumlah haemocyte baik itu hyalin, semi granulosit dan granulosit serta persentase aktivitas fagositosis menurun pada kijing yang diberikan perlakuan pemberian pestisida jika dibandingkan dengan kijing tanpa perlakuan (kontrol). Hal ini diduga terjadi karena polutan karbaril mencegah pembentukan haemocyte pada kijing sehingga tidak terjadi maturasi sel sempurna pada haemocyte atau yang biasa disebut dengan *Hematopoiesis*. Hematopoiesis adalah formasi dan pengembangan dari haemocyte-haemocyte baru dan/atau sel-sel darah. Ini adalah proses dimana hematopoietic stem sel yang tidak terdeferensiasi berkembang menjadi sel matur (maturasi sel) melalui proliferasi, komitmen, dan diferensiasi (Soderhall *et al.*, 2011 *dalam* Kurniawan 2012). Hal ini menyebabkan tidak terbentuknya haemocyte secara sempurna, sehingga haemocyte yang merupakan pertahanan tubuh kijing terhadap antigen tidak mampu melakukan kerja sebagaimana mestinya dengan sempurna. Hal inilah yang diduga terjadi akibat paparan pestisida karbaril. Soderhall (2011) *dalam* Kurniawan (2012) juga menjelaskan bahwa formasi selanjutnya dari haemocyte-haemocyte yang baru (hematopoiesis) penting untuk daya tahan tubuh organisme dan proses ini diatur sepenuhnya oleh faktor-faktor yang dikeluarkan dari sirkulasi haemocyte.

Pada kijing yang terpapar logam berat Pb tinggi maka jumlah sel granular lebih tinggi daripada hyalin. Karena sel granulosit memegang fungsi dalam memfagosit benda asing atau polutan. Dalam hal ini adalah logam berat Pb. Hal tersebut sesuai dengan Maryani *et al.*, 2002 dalam meneliti hemosit udang bahwa yang paling berperan dalam sistem pertahanan tubuh udang adalah sistem pertahanan seluler, dan paling berperan dalam sistem pertahanan seluler

adalah granulosit, sehingga organ limposit lebih banyak memproduksi granulosit dibandingkan hialin. Persentase granulosit yang lebih besar dibanding hialinosit yang diperoleh pada penelitian ini disebabkan karena granulosit merupakan sistem pertahanan seluler melawan infeksi, sel ini akan bermigrasi ke daerah-daerah yang mengalami infeksi. Granulosit mengandung granula di dalam sitoplasmanya (Supamattaya *et al.* 1994 dalam Maryani *et al.*, 2002).

Granulosit akan menghancurkan patogen dengan cara menelan patogen, membran plasma granulosit melekat membentuk vakuola yang disebut fagosom yang melingkupi patogen dan proses selanjutnya tergantung pada kegiatan lisosom. Lisosom dan fagosom membentuk fagolisosom. Patogen dicerna dalam fagolisosom, selanjutnya hancuran patogen tersebut dikeluarkan dari granulosit. Bila kapasitas fagosit dari granulosit telah habis dan intensitas infeksi patogen semakin tinggi, maka granulosit tersebut dapat dihancurkan oleh virus sehingga menyebabkan kematian pada inang (Pelczar *et al.* 1993 dalam Maryani *et al.*, 2002).

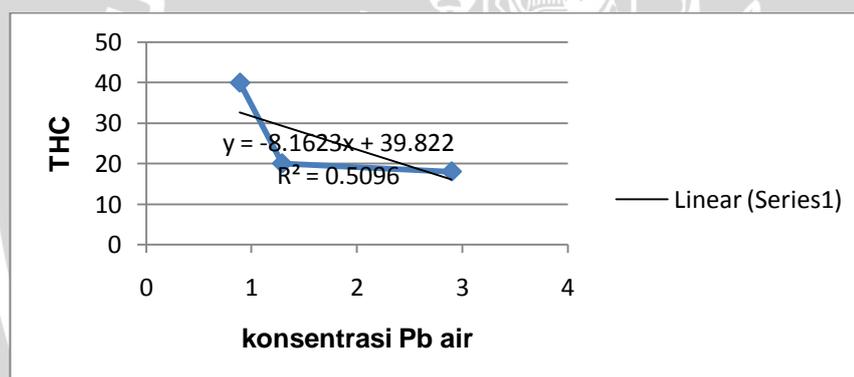
Sel hialin berperan juga dalam sistem pertahanan tubuh udang. Sel hialin ini diaktifkan oleh faktor opsonik yang dihasilkan dari aktifnya ProPO menjadi PO pada sel granular, sehingga dapat memfagositosis material asing baik bakteri maupun virus (Maynard 1960 dalam Maryani *et al.*, 2002).

Semakin tinggi konsentrasi Pb maka jumlah hemosit atau THC nya semakin turun. Tingginya kandungan logam Pb dalam kijing terjadi karena intensitas masuknya logam ke dalam tubuh tiram 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 kijing karena keterbatasan organ tubuh untuk

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

#### 4.5.2 Total Hemocyte Count (THC) dengan sedimen

Hubungan antara THC dengan kandungan logam berat Pb pada sedimen sama dengan hubungan antara THC dengan logam berat pada air. Hubungan THC dengan Pb sedimen stasiun1 disajikan pada gambar 17 a.

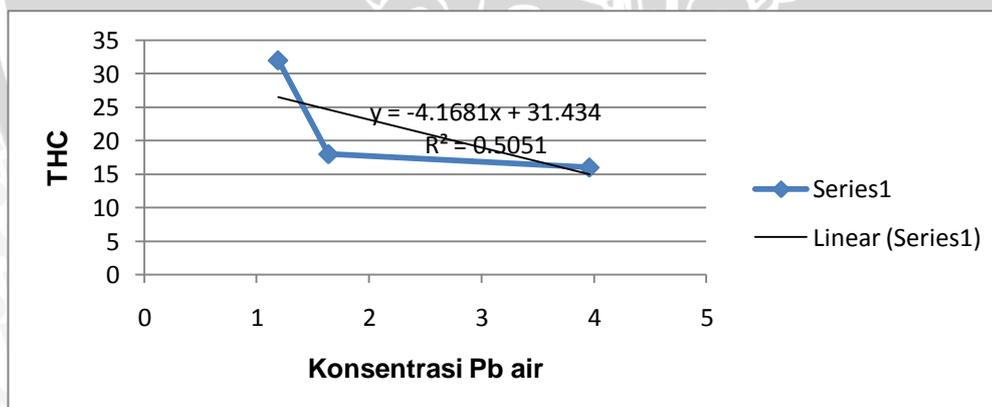


Gambar 17 a. Hubungan THC dengan Pb sedimen stasiun 1

Hubungan THC dengan Pb pada sedimen stasiun 1 mempunyai persamaan garis  $y = -8,162x + 39,82$  dengan selang kepercayaan 50,9%. Kenaikan konsentrasi Pb 0,4 ppm mampu menurunkan THC  $40 \times 10^6$ . Pada daerah inlet, nilai Pb sedimen yaitu 1,29 ppm dengan nilai THC antara  $20 \times 10^6$ . Pada daerah tengah, nilai Pb sedimen yaitu 2,9 ppm dengan nilai THC yaitu antara  $18 \times 10^6$ . Pada outlet, nilai Pb sedimen 0,89 ppm dengan nilai THC yaitu  $40 \times 10^6$ .

Perbedaan hubungan nilai THC dengan Pb di daerah inlet, tengah dan outlet mungkin disebabkan karena perbedaan ukuran. Kijing yang berada di bagian outlet berukuran lebih besar, sehingga lebih tahan terhadap polutan misalnya logam berat.. Sedangkan kijing yang dibagian tengah, sering menerima paparan pencemar misalnya logam berat. Terbukti dengan penelitian yang dilakukan Romziah dan Hertika (2011) bahwa kandungan logam berat di air dan sedimen yang tertinggi berada di tengah kolam. Sehingga THC lebih rendah daripada outlet. Tetapi THC tengah lebih besar daripada inlet, padahal kandungan Pb di bagian tengah lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan karena ukuran kijing di bagian tengah lebih besar daripada di inlet. Menurut Widiati (2010) bahwa semakin besar ukuran kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) maka penyerapan Pb akan semakin besar pula.

Kijing taiwan dengan ukuran yang berbeda mempunyai laju penyerapan logam Pb yang berbeda. Hal serupa juga terjadi pada stasiun 2. Grafik hubungan THC dengan Pb sedimen stasiun 2 disajikan pada gambar 17 b.

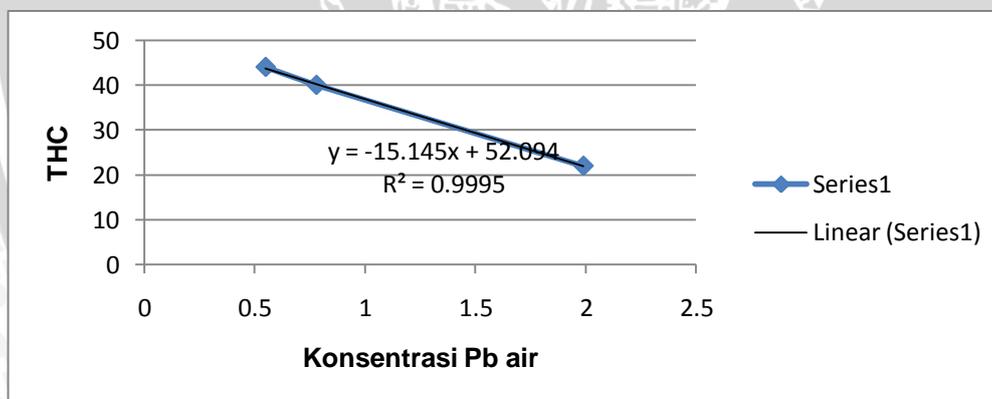


Gambar 17 b. Hubungan THC dengan Pb sedimen stasiun 2

Hubungan THC dengan Pb sedimen stasiun 2 mempunyai persamaan garis  $y = -4,168x + 31,43$  dengan selang kepercayaan 50,5%. Kenaikan Pb 0,45 ppm dapat menurunkan THC  $28 \times 10^6$ . Pada daerah inlet, nilai Pb sedimen yaitu 1,64 ppm dengan nilai THC yaitu  $18 \times 10^6$ . Pada daerah tengah, nilai Pb sedimen yaitu

3,96 ppm dengan nilai THC yaitu  $16 \times 10^6$ . Pada daerah outlet, nilai Pb sedimen yaitu antara 1,19 ppm dengan nilai THC yaitu  $32 \times 10^6$ . Konsentrasi Pb tertinggi yaitu pada tengah kolam.

Perbedaan hubungan nilai THC dengan Pb di daerah inlet, tengah dan outlet mungkin disebabkan karena perbedaan ukuran. Kijing yang berada di bagian outlet berukuran lebih besar, sehingga lebih tahan terhadap polutan misalnya logam berat.. Sedangkan kijing yang dibagian tengah, sering menerima paparan pencemar misalnya logam berat. Terbukti dengan penelitian yang dilakukan Romziyah dan Hertika (2011) bahwa kandungan logam berat di air dan sedimen yang tertinggi berada di tengah kolam. Sehingga THC lebih rendah. Pada kijing taiwan dengan ukuran yang berbeda mempunyai laju penyerapan logam Pb yang berbeda. Stasiun 1 dan 2 berbeda dengan yang terjadi pada stasiun 3. Grafik hubungan THC dengan Pb sedimen pada stasiun 3 disajikan pada gambar 17 c.



Gambar 17 c. Hubungan THC dengan Pb sedimen pada stasiun 3

Hubungan THC dengan Pb sedimen pada stasiun 3 mempunyai persamaan garis  $y = -15,14x + 52,09$  dengan selang kepercayaan 99,9%. Pada stasiun ini, kenaikan Pb tidak menurunkan THC secara drastis. Kenaikan Pb 0,23 ppm dapat menurunkan THC sebesar  $8 \times 10^6$ . Pada daerah inlet, kandungan Pb sedimen yaitu antara 0,78 ppm dengan nilai THC  $40 \times 10^6$ . Pada daerah tengah,

kandungan Pb sedimen yaitu 1,99 ppm dengan nilai THC yaitu  $22 \times 10^6$  dan pada outlet kandungan Pb sedimen yaitu 0,55 ppm dengan nilai THC yaitu antara  $44 \times 10^6$ . Pada daerah inlet, kandungan Pb nya lebih besar daripada outlet.

Bagian tengah kolam, kandungan Pb lebih tinggi daripada inlet dan outlet. Sesuai dengan pernyataan Romziah dan Hertika (2011) bahwa konsentrasi Pb sedimen yang paling tinggi yaitu berada di tengah. Menurut penelitian Kurniawan (2012) bahwa kijing taiwan yang menerima polutan berupa pestisida karbaril, THC nya semakin menurun. Begitu pula dengan kijing yang terpapar logam berat Pb, THC nya juga akan menurun. Penurunan THC pada kijing tidak hanya dipengaruhi oleh logam berat saja, tetapi juga dipengaruhi oleh ukuran kijing.

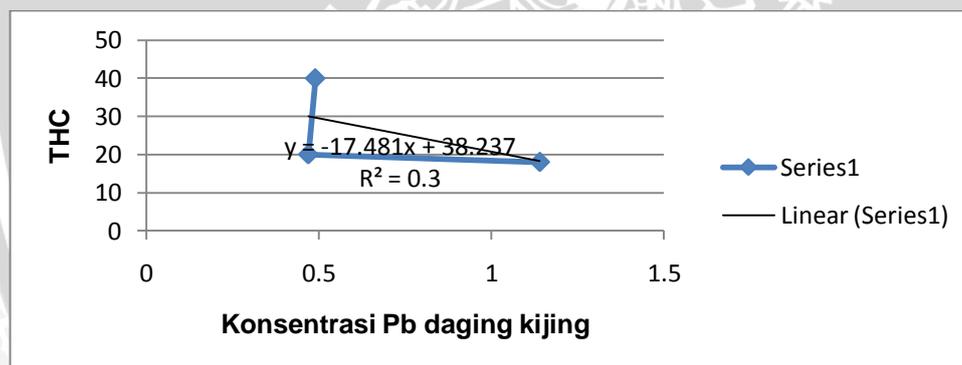
Daya racun Pb di dalam tubuh diantaranya disebabkan oleh penghambatan enzim oleh ion-ion  $Pb^{2+}$ . Enzim yang dihambat adalah yang diperlukan untuk pembentukan hemoglobin. Penghambatan tersebut disebabkan terbentuknya ikatan yang kuat (ikatan kovalen) antara  $Pb^{2+}$  dengan grup sulfur yang terdapat di dalam asam-asam amino (misalnya *cistein*) dari enzim tersebut (Anonimous, 2008). Menurut Kurniawan (2012), pendapat dari para peneliti bahwa respon imun seluler pada kerang yang terpapar stres lingkungan akan menunjukkan hasil yang berbeda-beda tidak tertutup kemungkinan hanya terjadi penurunan terhadap haemocyte tetapi juga dimungkinkan terjadinya kenaikan terhadap jumlah haemocyte yang berarti akan mengubah struktur komposisi haemocyte.

Paparan polutan lingkungan dapat menyebabkan penurunan fungsi imun dalam meningkatkan ketahanan tubuh terhadap serangan penyakit dan juga berpotensi dalam mempengaruhi tingkat ketahanan hidup dari moluska (Coles *et al.*, 1995 *dalam* Kurniawan, 2012). Pemaparan polutan dapat menyebabkan peningkatan tingkat stres dari kerang atau yang sering disebut *environmental stressor*, yang dapat mengakibatkan perubahan dari komposisi haemocyte kijing baik dari segi jumlah atau THC maupun dari segi komposisi atau DHC.

Perubahan komposisi pada DHC dapat berbeda pada masing-masing spesies bivalvia. Bhargavan (2008) dalam Kurniawan (2012) menjelaskan bahwa komposisi dan fungsi dari haemocyte dimungkinkan sangat berbeda antara masing-masing individu dari bivalvia tergantung dengan lokasi, temperatur, perubahan salinitas dan umur. Penelitian lain melaporkan bahwa proporsi relatif dari kedua sel (sel granulosit dan sel agranulosit) dapat berubah sesuai dengan stres akibat senyawa polutan.

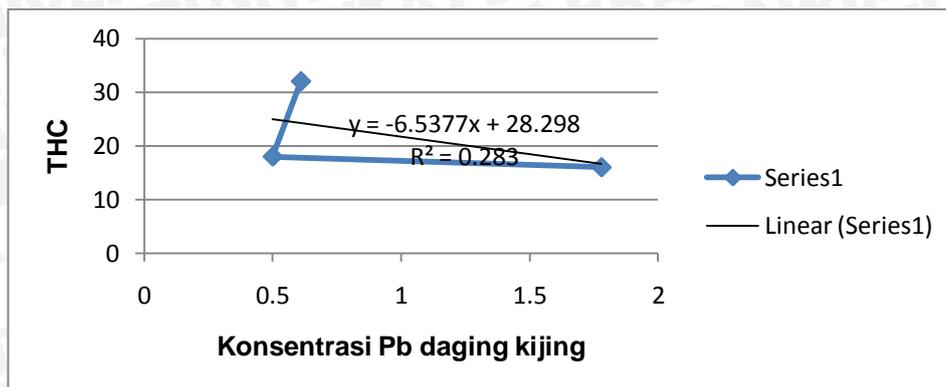
#### 4.5.3 Total Hemocyte Count (THC) dengan daging kijing

Hubungan THC dengan kandungan logam berat Pb pada daging kijing sama dengan hubungan THC dengan logam berat pada air dan sedimen. Grafik hubungan THC dengan Pb daging kijing disajikan pada gambar 18. Gambar 18a. adalah grafik hubungan THC dengan Pb daging kijing stasiun 1.



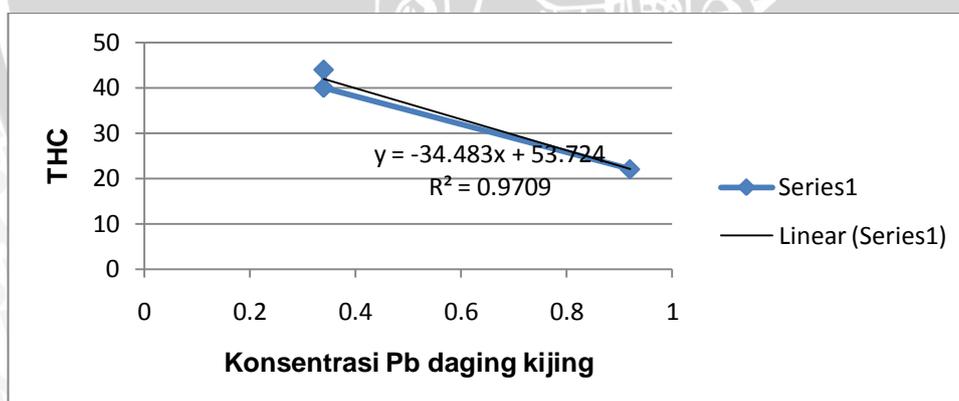
Gambar 18a. Hubungan THC dengan Pb daging kijing pada stasiun 1

Hubungan THC dengan Pb daging kijing stasiun 1 mempunyai persamaan garis  $y = -17,48x + 38,23$  dengan selang kepercayaan 30%. Pada konsentrasi Pb 0,47 ppm yang ada pada daging kijing inlet THC nya  $20 \times 10^6$ . Pada konsentrasi Pb 1,14 ppm THC nya  $18 \times 10^6$ . Sedangkan pada konsentrasi Pb 0,49 ppm yang ada pada daging kijing outlet THC nya sebesar  $40 \times 10^6$ . Grafik serupa juga terjadi pada stasiun 2. Grafik hubungan THC dengan Pb daging kijing stasiun 2 disajikan pada gambar 18b.



Gambar 18b. Hubungan THC dengan Pb daging kijing pada stasiun 2

Hubungan THC dengan Pb daging kijing pada stasiun 2 mempunyai persamaan garis  $y = -6,537x + 28,29$  dengan selang kepercayaan sebesar 28,3%. Pada konsentrasi Pb 0,5 ppm, THC nya sebesar  $18 \times 10^6$ . Hal ini terjadi pada kijing daerah inlet. Pada daerah tengah, konsentrasi Pb sebesar 1,78 ppm, THC nya  $16 \times 10^6$ . Sedangkan pada konsentrasi Pb 0,61 ppm, THC nya sebesar  $32 \times 10^6$ . Terjadi pada kijing daerah outlet. Grafik pada stasiun 1 dan 2 ini tidak sama dengan yang ada pada stasiun 3. Grafik hubungan THC dengan Pb daging kijing stasiun 3 dapat dilihat pada gambar 18c.



Gambar 18c. Hubungan THC dengan Pb daging kijing stasiun 3

Hubungan THC dengan daging kijing stasiun 3 mempunyai persamaan garis  $y = -34,48x + 53,72$  dengan selang kepercayaan 97%. Konsentrasi Pb yang sama mempunyai hasil THC yang berbeda. Pada daging kijing inlet mempunyai

konsentrasi Pb 0,34 ppm, THC nya sebesar  $100 \times 10^6$ . Sedangkan pada daging kijing outlet mempunyai THC sebesar  $110 \times 10^6$  dengan konsentrasi Pb daging yang sama.

Gambar grafik 18 diatas menunjukkan bahwa THC dengan logam berat Pb pada kijing berbanding terbalik. Semakin besar kandungan Pb maka THC semakin menurun. Dan semakin rendah kandungan logam berat Pb maka THC semakin besar. Daya racun Pb di dalam tubuh diantaranya disebabkan oleh penghambatan enzim oleh ion-ion  $Pb^{2+}$ . Enzim yang dihambat adalah yang diperlukan untuk pembentukan hemoglobin. Penghambatan tersebut disebabkan terbentuknya ikatan yang kuat (ikatan kovalen) antara  $Pb^{2+}$  dengan grup sulfur yang terdapat di dalam asam-asam amino (misalnya *cistein*) dari enzim tersebut (Anonymous, 2008). Menurut Kurniawan (2012), pendapat dari para peneliti bahwa respon imun seluler pada kerang yang terpapar stres lingkungan akan menunjukkan hasil yang berbeda-beda tidak tertutup kemungkinan hanya terjadi penurunan terhadap haemocyte tetapi juga dimungkinkan terjadinya kenaikan terhadap jumlah haemocyte yang berarti akan mengubah struktur komposisi haemocyte.

Paparan polutan lingkungan dapat menyebabkan penurunan fungsi imun dalam meningkatkan ketahanan tubuh terhadap serangan penyakit dan juga berpotensi dalam mempengaruhi tingkat ketahanan hidup dari moluska (Coles *et al.*, 1995 dalam Kurniawan, 2012). Pemaparan polutan dapat menyebabkan peningkatan tingkat stres dari kerang atau yang sering disebut *environmental stressor*, yang dapat mengakibatkan perubahan dari komposisi haemocyte kijing baik dari segi jumlah atau THC maupun dari segi komposisi atau DHC. Perubahan komposisi pada DHC dapat berbeda pada masing-masing spesies bivalvia. Bhargavan (2008) dalam Kurniawan (2012) menjelaskan bahwa komposisi dan fungsi dari haemocyte dimungkinkan sangat berbeda antara

masing-masing individu dari bivalvia tergantung dengan lokasi, temperatur, perubahan salinitas dan umur. Penelitian lain melaporkan bahwa proporsi relatif dari kedua sel (sel granulosit dan sel agranulosit) dapat berubah sesuai dengan stres akibat senyawa polutan.

#### 4.6 Parameter Fisika dan Kimia Perairan

##### 4.6.1 Hasil pengukuran kualitas air

Pengamatan serta pengukuran kualitas air harus dilakukan sebab air pada kolam sangat erat kaitannya dengan organisme yang ada di dalamnya. Kualitas air selalu mengalami perubahan tiap harinya. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah : suhu, pH perairan, alkalinitas dan oksigen terlarut. Hasil pengukuran kualitas air disajikan dalam tabel 7

Tabel 7. Hasil pengukuran kualitas air

Stasiun	Suhu	pH	Alkalinitas	Oksigen Terlarut
1				
Inlet	27	7	120	8,57
Tengah	28	7	112	6,58
Outlet	27	7,1	114	6,65
2				
Inlet	26	6,9	110	6,98
Tengah	27	6,8	118	6,94
Outlet	26	7	104	6,84
3				
Inlet	27	6,9	104	6,9
Tengah	27	6,8	108	6,9
Outlet	28	6,8	102	6,87

##### a. Suhu

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di UPBAT Punten, didapat data suhu untuk stasiun 1 berkisar antara 27-28 °C, suhu stasiun 2 berkisar antara 26-27 °C dan stasiun 3 berkisar antara 27-28 °C. Stasiun 1, 2 dan 3 dari setiap lokasi memiliki perbedaan suhu yang tidak terlalu besar dan masih dalam kondisi optimum bagi kolam budidaya. Menurut Kordi dan Andi (2007), kisaran suhu

optimal bagi biota di perairan tropis adalah antara 28°C-32°C. Stasiun 1, 2 dan 3 memiliki suhu tidak lebih dari 32 oC. Sehingga masih dalam batas optimal untuk kehidupan organisme di dalamnya.

Dan & Ruobo (2000) dalam Triadi (2011), kisaran suhu yang baik untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan antara 15 °C-25 °C. Pada kondisi lingkungan yang tidak sesuai, tiram akan berkonsentrasi mengalokasikan energi tubuh lebih banyak untuk beradaptasi dengan lingkungan daripada aktivitas lain seperti pelapisan inti selama proses pembentukan mutiara, sehingga lapisan mutiara yang terbentuk menjadi lebih tipis (Tun *et al.* 1988). Menurut Mulyanto (1987) setelah kantong (*pearl sack*) terbentuk konsentrasi energi lebih banyak digunakan untuk menahan stress sebagai akibat penempatan inti di dalam jaringan tubuh. Proses biofisiologis yang tampak adalah kerang akan melapisi inti dengan lendir dan mensekresikan zat-zat pembentuk mutiara yang terdiri dari *Crystalline calcium carbonat*, *Crystall hexagonal calsite* dan *Conchiolin* (Cahn 1949 dalam Triadi, 2011). Suhu berhubungan dengan banyaknya oksigen terlarut dalam air sehingga berpengaruh pada laju metabolisme.

#### b. pH

Kondisi asam atau basa pada perairan ditentukan berdasarkan nilai pH. Keasaman ditentukan dengan memakai pH meter. Pada stasiun 1 pH airnya berkisar antara 7-7,1 , pada stasiun 2 pH airnya berkisar antara 6,8-7 dan pada stasiun 3 pH airnya berkisar antara 6,8-6,9. Nilai pH antara 6,8-7,1 masih sangat baik bagi pertumbuhan organisme pada kolam budidaya di UPBAT Punten. Berdasarkan pH yang didapat, kolam di UPBAT Punten pH airnya normal. Nilai pH juga mempengaruhi daya racun bahan atau faktor kimia lain (Boyd, 1990 dalam Kurniasih, 2008). Menurut Effendi (2003), sebagian biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5. Menurut Kordi dan

Andi (2007), usaha budidaya perairan akan berhasil dengan baik dalam air dengan pH 6,5-9,5, dan kisaran optimal adalah pH 7,5-8,7. Dari hasil pengamatan pH selama penelitian pH yang didapat tidak melebihi 8,5.

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 toksisitas nya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan (Novotny dan Olem, 1994 dalam Sarjono 2009).

Timbel pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Timbel relatif dapat larut dalam air dengan pH < 5 dimana air yang bersentuhan dengan timah hitam dalam suatu periode waktu dapat mengandung > 1 µg Pb/l, sedangkan batas kandungan dalam air minum adalah 50 µg Pb/l. Kadar dan toksisitas timbel diperairan dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendi, 2003).

### c. Alkalinitas

Logam berat di perairan juga dipengaruhi oleh alkalinitas. Nilai alkalinitas pada stasiun 1, 2 dan 3 yaitu pada stasiun 1 nilainya berkisar antara 112-120 ppm, pada stasiun 2 nilainya berkisar antara 104-118 ppm dan pada stasiun 3 nilainya berkisar antara 102-108 ppm. Alkalinitas mampu menetralkan keasaman di dalam air, Secara khusus alkalinitas sering disebut sebagai besaran yang menunjukkan kapasitas *pembufferan* dari ion bikarbonat, dan tahap tertentu ion karbonat dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut dalam air akan bereaksi dengan ion hydrogen sehingga menurunkan keasaman dan menaikkan pH.

Alkalinitas optimal pada nilai 90-150 ppm (Wikipedia, 2012). Alkalinitas yang ada di stasiun 1, 2 dan 3 termasuk normal bagi biota perairan.

#### d. Oksigen Terlarut atau *dissolved oxygen* (DO)

Nilai oksigen terlarut (DO) di UPBAT Punten pada stasiun 1 berkisar antara 6,58-8,57 mg/l, pada stasiun 2 berkisar antara 6,84-6,98 mg/l dan pada stasiun 3 berkisar antara 6,87-6,9 mg/l. Berdasarkan nilai DO yang diperoleh, kolam di UPBAT Punten termasuk kategori normal. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 5 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (*toksik*). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme (Wirosarjono, 1974 dalam Salmin, 2005). Hal tersebut juga diungkapkan oleh Kordi dan Andi (2007) bahwa konsentrasi DO minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm.

Konsumsi oksigen merupakan indikator yang penting tentang kemampuan bivalvia dalam beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan. Reaksi dari perubahan tingkat metabolisme bivalvia ini menyebabkan respirasi meningkat dan energi yang dikeluarkan turut meningkat. Bivalvia akan meningkatkan filtrasi atau konsumsi makannya untuk mengimbangi energi yang hilang dan untuk mengantisipasi keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan. Jadi angka kecepatan filtrasi ikut dipengaruhi pula oleh kondisi temperatur lingkungannya. Dalam hal ini dapat diasumsikan bahwa temperatur dalam batasan normal tidak akan banyak memberikan pengaruh terhadap laju filtrasi. Pada temperatur rendah, misalnya 5°C bivalvia memiliki laju filtrasi 1,64 l/jam, sementara pada temperatur tinggi (28°C) laju filtrasinya sebesar 5,82 l/jam. Pada akhirnya peningkatan temperatur menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air yang selanjutnya akan mengakibatkan peningkatan

konsumsi oksigen (Triadi, 2011). Anwar 2002 *dalam* Triadi 2011, mengatakan bahwa laju konsumsi oksigen pada metabolisme standar terkait dengan penambahan jumlah inti cangkang. Kijing yang terdapat pada perairan tercemar logam berat kemungkinan akan meningkatkan laju metabolismenya untuk mengimbangi keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan. Dan kijing tidak melakukan aktivitas dalam penambahan jumlah inti cangkang. Sehingga kijing mempunyai cangkang yang rapuh.

