

**PENGARUH KONSENTRASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
TERHADAP AIR MEDIA PEMELIHARAAN UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabr) DENGAN MENGGUNAKAN
BIOTREATMENT TIRAM (*Crassostrea* sp.)**



SKRIPSI

EKA NARVIANTY



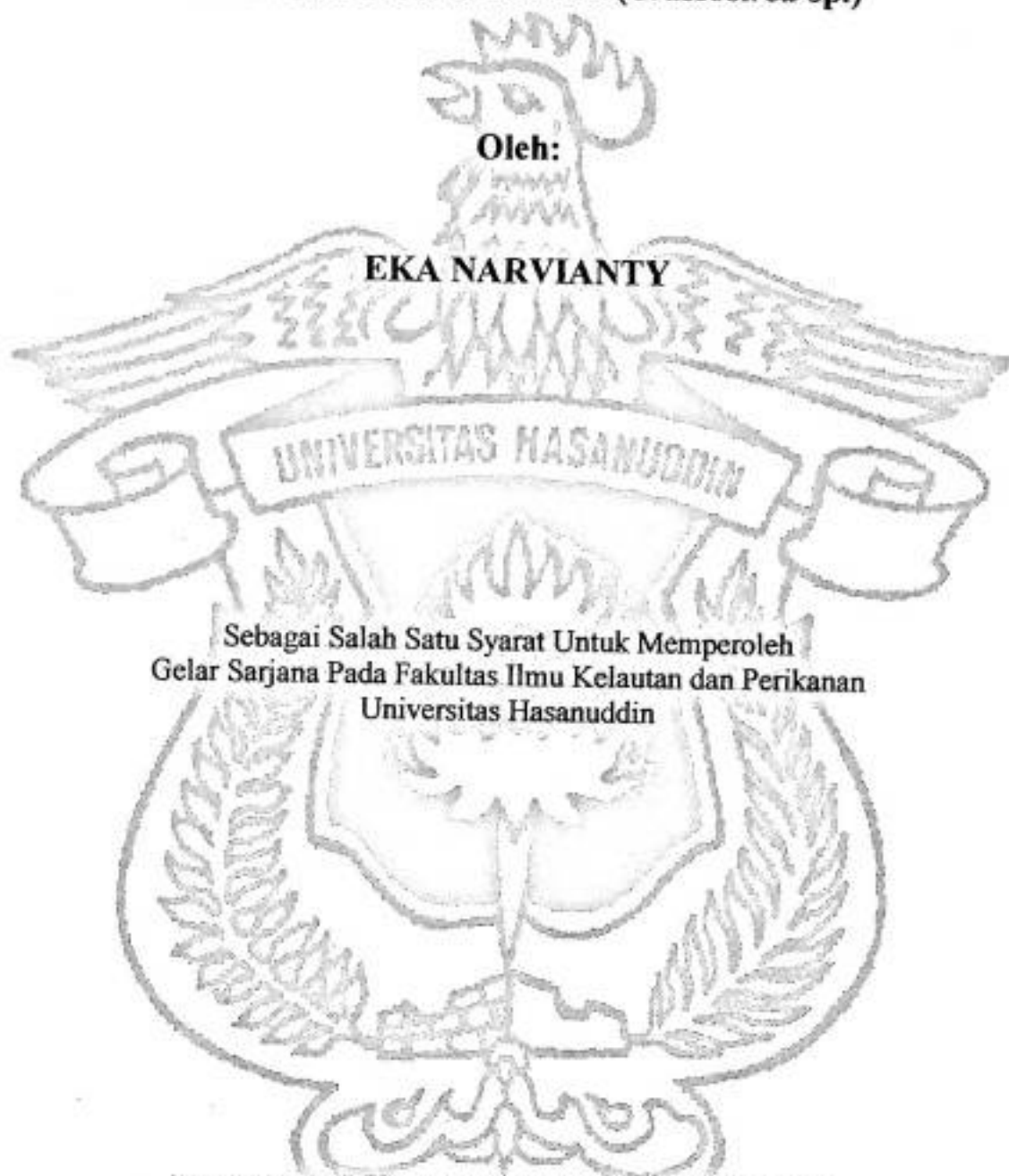
PERPUSTAKAAN	UNIV. HASANUDDIN
No. Terima	2-3-6
Asal Dari	Fak. Kelautan
Banyaknya	1 Cetak / dig
Marga	H
No. Inventaris	247/2-3-6
No. Klas	

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**

**PENGARUH KONSENTRASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)
TERHADAP AIR MEDIA PEMELIHARAAN UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabr) DENGAN MENGGUNAKAN
BIOTREATMENT TIRAM (*Crassostrea* sp.)**

Oleh:

EKA NARVIANTY



Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2005**



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) terhadap Air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan Menggunakan Biotreatment Tiran (*Crassostrea* sp.)

Nama : Eka Narvianty

Stambuk : L221 00 004

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Dr. Ir. Iqbal Djawad, M.Sc
NIP 131 846 398

Pembimbing Anggota

Ir. H. Hamzah Sunusi, M.Sc
NIP 130 355 931

Mengetahui

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan
dan Perikanan

Dr. Ir. Sudirman, M.Pi
NIP 131 860 849

Ketua Program Studi BDP

Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc
NIP 131 992 467

Tanggal Lulus : 15 Desember 2005

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dengan kerendahan dan ketulusan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada ayahanda Drs. H. Kamran Hasan, SmHk dan Ibunda Hj. Nasriah, adik-adikku Aldriah Alvianty, Edwin Briansyah, Hans Alfandi Yusuf dan Syahriati Nurapriana dan seluruh keluargaku yang telah memberikan dorongan moril dan materi serta doa yang tulus. Bapak Dr. Ir Iqbal Djawad, M.Sc selaku pembimbing utama dan Ir. H. Hamzah Sunusi, M.Sc selaku pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dan ilmu yang tak ternilai. Ibu Ir. Badraeni H. Arfan yang telah membantu dalam penelitian penulis dan membagi ilmunya kepada penulis sehingga wawasan penulis bertambah. Alm Prof. Dr. Ir. Ishak Andarias, M.Fish dan Ir. Andi Rifka, M.Si selaku penasehat akademik yang telah banyak membantu selama masa studi penulis. Dr. Ir. Dody Dharmawan. T. M, App, Sc, Dr. Ir. M. Yusri Karim, M.Si dan Ir. Badreni sebagai Penguji penulis dalam Ujian Sarjana. Bapak Ir. Mansur dan kak Fitriyani sebagai penanggung jawab Laboraturium Kualitas, Air Jurusan Perikanan yang telah membimbing penulis selama penelitian. Teman seperjuangan Nova Bertha dan Merry Sitanggung yang membantu penulis dalam penelitian. Kanda Saharuddin yang dengan sabar membantu dalam penyusunan Skripsi ini. Serta teman-temanku yang telah banyak membantu Marlina, S.Pi, Nisa, S.Pi, Meta, S.Pi, Ira, S.Pi, Rita, S.Pi, Citra S.Pi, Wati, S.Pi, Nirma Aryani, Alfi, Kanda Nur Ilham, S.Pi,

se-Laboratorium (Ridha, Nirmala, Hendra, Ira dan Hery) teman-temanku yang tidak dapat kusebutkan satu persatu dan tidak akan pernah penulis lupakan.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian dan skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, saran dan kritik sangat dibutuhkan untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya dan kepada semua yang membantu, semoga mendapat ridha dari Allah SWT. Amin.

Penulis

EKA NARVIANTY

RINGKASAN

EKA NARVIANTY. L221 00 004. Pengaruh Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) terhadap Air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus Monodon* Fabr) dengan Menggunakan Biotreatment Tiram (*Crassostrea* sp.). Dibawah bimbingan IQBAL DJAWAD selaku pembimbing utama dan HAMZAH SUNUSI selaku pembimbing anggota.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui (1) Penurunan konsentrasi Pb dalam air media pemeliharaan udang windu yang diberi biotreatment tiram, (2) Akumulasi Pb yang diserap udang windu serta (3) Kondisi organ udang windu akibat Pb. Hasilnya diharapkan biotreatment tiram dapat menurunkan konsentrasi Pb dalam air media pemeliharaan dan dalam tubuh udang windu.

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Mei-Juni 2005, di unit Hatchery, serta pembuatan preparat histologi di Laboratorium Ekotoksikologi dan Fisiologi Biota Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS. Pengukuran perubahan konsentrasi Pb di dalam air dan akumulasi Pb dalam tubuh udang windu dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Maros. Rancangan acak lengkap (RAL) digunakan dalam penelitian ini, datanya dianalisis dengan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap perubahan (EP) dan kondisi Pb. Uji beda nyata terkecil (BNT) digunakan untuk mengetahui perubahan nilai rerata antara perlakuan.

Nilai rerata EP konsentrasi Pb, dimana perlakuan C dan D berpengaruh nyata ($P > 0,05$) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A dan B. Logam Pb yang ada di dalam air media pemeliharaan dapat diserap oleh biotreatment tiram dimana konsentrasi logam Pb 1,7 ppm mempunyai efisiensi pengubahan tertinggi adalah 93,94 %. Penurunan konsentrasi Pb dalam air dengan kepadatan tiram 750 g efektif mengakumulasi logam Pb sampai hari ke 8. Hal ini sesuai pernyataan Ahmad (1999) bahwa Tiram (*Crassostrea* sp.) pada kepadatan 0,75 kg/m² efektif dalam menyerap logam berat. Sementara logam Pb meningkat dalam tubuh tiram sejalan dengan bertambahnya konsentrasi logam berat Pb yang diberikan kedalam air media pemeliharaan.

Hasil akumulasi timbal dalam tubuh udang windu menurun sejalan dengan menurunnya konsentrasi Pb dalam air media pemeliharaan. Konsentrasi Pb didalam tubuh udang pada awal penelitian sebanyak 0,014 ppm. Menurut Ismawati (1995 dalam Suharyanto 1996) penggunaan kekerangan ternyata secara tidak langsung telah mengurangi akumulasi logam berat pada udang yang dipelihara.

Kondisi hepatopankreas udang windu akibat logam Pb tanpa melakukan biofilter memperlihatkan kondisi hepatopankreas terjadi perubahan pada sel tubulus yang mengalami degenerasi dan nekrosis (penyusutan dan penghancuran). Sementara yang menggunakan biofilter pada sel tubulus hepatopankreas masih dalam berbentuk kolumnar tidak terlalu banyak mengalami perubahan, kondisi hepatopankreas masih dalam keadaan normal.

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa tiram merupakan organisme biotreatment yang paling efektif dalam menurunkan konsentrasi logam Pb di dalam air media pemeliharaan.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL 0	i
DAFTAR GAMBAR	ii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Udang Windu	4
Biotreatment	6
Logam Berat	8
BAHAN DAN METODE	
Waktu dan Tempat	12
Persiapan Wadah	12
Pengukur Peubah	14
Rancangan Percobaan dan Analisis Data	14
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Efisiensi Pengubah	16
Penurunan Konsentrasi Timbal dalam Air	17
Akumulasi Pb dalam Tubuh Udang	20
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	24
Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	29

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rerata Efisiensi Pengubahan Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) dari Awal Penelitian sampai Akhir Penelitian	16
2.	Rerata Efisiensi Pengubahan Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) yang diberikan Biotreatment Tiram (<i>Crassostrea sp</i>) pada Setiap Hari Pengamatan	17
<u>Lampiran</u>		
1.	Data Pengamatan Konsentrasi Pb (Timbal) Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) yang diberikan Biotreatment Tiram (<i>Crassostrea sp</i>)	29
2.	Efisiensi Pengubah (%) Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) yang diberikan Biotreatment Tiram (<i>Crassostrea sp</i>) pada Setiap Hari Pengamatan	30
3.	Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) dengan Menggunakan Biotreatment Tiram pada hari kedua	31
4.	Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) dengan Menggunakan Biotreatment Tiram pada hari keempat	33
5.	Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) dengan Menggunakan Biotreatment Tiram pada hari keenam	35
6.	Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) dengan Menggunakan Biotreatment Tiram pada hari kedelapan	37
7.	Perhitungan Efisiensi Peubah Konsentrasi Pb pada Air Media Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) yang telah di Biotreatment Tiram	39

8.	Data panjang dan Berat Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) Sebelum dan Sesudah Pemberian Konsentrasi Pb yang telah Melalui Biotreatment Tiram	41
9.	Akumulasi Pb dalam tubuh udang windu pada pemberian konsentrasi Pb setelah melalui biotreatment tiram	41
10.	Data Panjang, Berat, dan daya akumulasi Biotreatment Tiram (<i>Crassostrea</i> sp.) sebelum dan setelah diberikan perlakuan	41
11.	Logam Pb yang diserap dalam tubuh Tiram (<i>Crassostrea</i> sp.) dan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	42
12.	Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) dan Biotreatment Tiram (<i>Crassostrea</i> sp.)	42



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki peluang usaha cukup baik karena mampu bersaing dengan komoditas lainnya untuk menggaet devisa negara. Dengan banyaknya peluang untuk kebutuhan ekspor maka usaha untuk peningkatan produksi dapat dilakukan dengan meningkatkan produktivitas tambak melalui penerapan teknologi budidaya udang intensif (Mangampa dkk. 2000).

Dalam meningkatkan produksi hasil tambak udang intensif ini sering mendapatkan kegagalan panen, yang disebabkan oleh serangan penyakit akibat buruknya kualitas air (Amirullah 2002). Selain itu juga adanya aktivitas manusia yang membuang limbahnya ke laut, baik limbah rumah tangga maupun limbah industri atau pabrik. Sisa-sisa buangan dari industri dan pabrik tersebut umumnya mengandung logam berat yang dialirkan melalui sungai atau saluran lainnya ke daerah pesisir. Kandungan logam berat yang dibuang oleh industri atau pabrik tersebut biasanya terdiri atas Zn, Cd, Pb, Hg dan Ni (Fachrudin dkk. 2000).

Salah satu logam berat yang beracun dan berbahaya sebagai bahan pencemar dan biasa mengganggu kehidupan organisme air adalah logam berat timbal (Pb) (Palar 1994). Darmono (1995) dan Rachim dkk (2001) menjelaskan bahwa hal ini disebabkan karena senyawa Pb yang masuk ke dalam perairan mengandung kadar toksik yang tinggi yang umumnya berasal dari buangan industri dan hasil pembakaran bahan minyak oleh mesin-mesin kapal, dimana Pb digunakan sebagai anti ketuk.

Berdasarkan penelitian Murphy (1979 dalam Palar 1994) diketahui bahwa biota-biota perairan seperti krustasea mengalami kematian setelah 245 jam pada konsentrasi Pb 2,75 sampai 49 mg/L. Menurut Darmono (1995), sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam berat Pb dalam air yang melebihi ambang batas akan merusak sistem jaringan udang pada daging, insang dan hepatopankreas. Logam berat yang terakumulasi paling besar biasanya terdapat dalam hepatopankreas, kemudian dalam insang dan paling kecil dalam daging.

Pencegahan secara biologis dapat dilakukan dalam mengelola kualitas air agar konsentrasi timbal dalam perairan dapat berkurang, ialah menggunakan makhluk hidup, salah satunya adalah tiram (*Crassostrea* sp.) (Badraeni 2004). Tiram tersebut dapat digunakan sebagai biofilter untuk memperbaiki kualitas air, sebab tiram sangat toleran terhadap kondisi perairan yang buruk dan mengandung polutan, serta cepat mengakumulasi logam berat (Coeroli dkk. 1984).

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh organisme biotreatment dalam menurunkan konsentrasi timbal dan tingkat kerusakan jaringan organ udang windu yang diakibatkan oleh timbal.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui:

1. Penurunan konsentrasi timbal dalam air media pemeliharaan udang windu yang diberi biotreatment tiram.
2. Akumulasi timbal yang diserap oleh udang windu.
3. Kondisi organ udang windu akibat logam berat Pb

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi tentang penggunaan biotreatment tiram dalam menurunkan konsentrasi Pb dalam air media pemeliharaan dan dalam tubuh udang windu

TINJAUAN PUSTAKA

Udang Windu

Benih udang windu yang umurnya relatif muda (PL 10 –15) pada umumnya memiliki kondisi tubuh yang masih lemah. Selain itu pergerakannya pun masih lambat sehingga sangat rentang terhadap perubahan mutu lingkungan, serangan penyakit, dan serangan pemangsa lain (Bucher 1993). Cholik dan Latif (1973) mengemukakan bahwa intensitas kematian udang yang paling besar pada pemeliharaan di tambak adalah saat awal penebaran atau ukuran udang yang masih kecil. Kejadian ini disebabkan umur udang masih terlalu muda sehingga mempunyai daya tahan tubuh belum mampu beradaptasi terhadap lingkungan alam. Selain itu juga akibat karena gangguan hewan pemangsa yang dapat mengancam kehidupan benih udang.

Udang mengalami pertumbuhan yang ditandai dengan pergantian kulit (molting). Menurut Kleinholz (1985 *dalam* Chen dan Lin 2000), molting pada udang dipengaruhi oleh faktor luar seperti suhu, salinitas, intensitas cahaya dan polutan, sementara faktor dalam dipengaruhi oleh nutrisi dan hormon. Amri (2003) menyatakan bahwa ketika pergantian kulit kondisi udang dalam keadaan lemah, sehingga menjadi sasaran empuk untuk dimakan oleh udang yang tidak mengalami molting. Hal ini didukung oleh Pascual (1979) bahwa rangsangan kanibalisme antara individu akan timbul bila udang tersebut lapar dan sedang mengalami pergantian kulit.

Udang windu bersifat eurihalin, yaitu secara alami biasa hidup di perairan yang memiliki daya tahan yang tinggi untuk hidup di dalam air payau yang berkadar 3-35 ppt (Murtidjo 2003). Menurut Prihatman (2000), kualitas air yang baik untuk pertumbuhan udang yaitu pada suhu 26-30⁰ C, salinitas yang optimal 10 – 30 ppt, DO (kadar oksigen) 4-6 ppm dan pH 7- 8,5.

Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan udang windu menurut Amri (2003), nilai pH diatas 10 dapat membunuh udang, sedangkan nilai pH dibawah 5 mengakibatkan pertumbuhan udang terhambat. Apabila suhu air turun hingga dibawah 25⁰C, daya cerna udang terhadap makanan yang dikonsumsi berkurang. Sebaliknya jika suhu naik hingga lebih dari 30⁰C, udang windu akan mengalami stres karena kebutuhan oksigen yang terlalu tinggi, sementara jika suhu air berada dibawah 14⁰C, udang bisa mengalami kematian. Mardjono dkk (1984) menambahkan bahwa, kenaikan suhu dapat menyebabkan konsumsi oksigen bertambah karena tingkat metabolisme meningkat, sedangkan kelarutan O₂ dalam air menurun. Kenaikan suhu diatas 30⁰C dapat menyebabkan kematian benih udang yang tinggi. Kadar oksigen di dalam air dipengaruhi oleh suhu dan salinitas, makin tinggi suhu atau salinitas makin rendah kelarutan oksigen dalam air.

Menurut Prihatman (2000), dalam pemeliharaan udang windu pada tambak intensif untuk Pb adalah 0 – 0,03 mg/L. Derajat akumulasi logam berat ke dalam jaringan krustasea tergantung pada kondisi air lingkungannya, misalnya kadar garam (salinitas), pH, dan suhu (temperatur). Organ yang paling banyak mengakumulasi logam berat pada udang adalah hepatopankreas

Hepatopankreas merupakan organ penting yang berfungsi seperti hati pada mamalia. Perubahan sel tubulus karena adanya degenerasi dan nekrosis dalam jaringan hepatopankreas udang (Darmono dkk. 1990).

Organ-organ ini memproduksi enzim-enzim pencernaan, menyimpan sari makanan dan membuang sisanya. Hepatopankreas terletak pada karapaks bagian belakang di bawah jantung dan mengelilingi persambungan antara proventriculus dengan usus depan. Organ ini terdiri atas tubulus-tubulus yang tertutup dan tubulus tersebut memproduksi enzim-enzim yang dialirkan melalui ductus hepatopancreaticus pada akhir proventriculus. Sel-sel epitel pada hepatopankreas berbentuk kolumnar dan bentuknya berubah-ubah pada waktu makan. Sel-sel epitel tersebut terdiri atas R= R-cell (Restzellen), F = F-cell (Fibrillenzellen), B=B-Cell (Blasenzellen) dan E = E-Cell (Embryonalzellen) (Bell dan Lightner 2000).

Biotreatment

Biotreatmen merupakan perlakuan biologi yang dapat memperbaiki kualitas air (Badraeni 2004). Organisme yang dapat dimanfaatkan dalam memperbaiki kualitas air adalah organisme yang tahan dan mampu beradaptasi dengan perairan yang tercemar, salah satunya adalah tiram (*Crassostrea* sp.). Tiram merupakan organisme yang dapat digunakan sebagai biotreatmen karena tiram sangat toleran terhadap kondisi perairan yang buruk dan mengandung polutan, serta sangat cepat mengakumulasi logam berat (Suharyanto dkk 1996).

Tiram adalah organisme *filter feeder* (penyaring) yang dapat memanfaatkan kelebihan plankton, bahan organik, bakteri, jamur, dan flagellata sebagai makanannya (Gunarto dkk. 2003). Tiram ternyata mampu menyerap plankton dan partikel koloid yang menyebabkan kekeruhan yang tinggi serta menyerap logam berat dan menurunkan populasi bakteri yang ada di dalam air (Ahmad 1999). Menurut Gunarto dkk (2003) tiram mampu menyaring air sebanyak 10 L/jam. Sementara Suharsono (1998) menyatakan bahwa kekerangan dengan berat 2 g mampu menyaring air 3 L/24 jam, sedangkan pada 50 g mampu menyaring air sebanyak 78 L/24 jam.

Ahmad (1999) menyatakan bahwa tiram (*Crassostrea* sp.) dengan ukuran cangkang 4-5 cm pada kepadatan $0,75 \text{ kg/m}^2$ efektif dalam menyerap logam berat dan bakteri. Tingginya daya serap tiram diduga karena frekuensi bukaan cangkangnya saat penyerapan relatif tinggi, sehingga daya memompa air juga lebih tinggi (Muliani dkk 1997).

Tiram dapat hidup pada salinitas 10 – 30 ppt (Qualye 1980 dalam Suharyanto 2001). Sedangkan suhu $25-29^{\circ}\text{C}$ adalah baik untuk pertumbuhan tiram (Sudrajat 1990 dalam Haq 1994).

Badraeni (2004) menemukan kandungan Pb di tambak yang dikelola secara intensif sebesar 0,49 ppm. Kandungan tersebut dieliminir dengan menggunakan biotreatment tiram (*Crassostrea* sp.), dimana efesiensi pengubahan yang didapatkan adalah 100%. Menurut Ismawati (1995), tiram mempunyai kemampuan mengakumulasi kandungan logam Pb paling tinggi 1185% dari kandungan awalnya (0,013 mg/L).

Penggunaan kekerangan ternyata secara tidak langsung telah mengurangi akumulasi logam berat pada udang yang dipelihara. Kandungan logam berat pada udang yang dipelihara bersama kekerangan relatif lebih rendah dibandingkan dengan yang didapatkan pada udang tanpa moluska (Ismawati 1995 dalam Suharyanto 1996).

Logam Berat Timbal dalam Perairan

Menurut Palar (1994), Pb dan persenyawaannya dapat berada dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktifitas manusia. Secara alamiah Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dan batuan air hujan. Disamping itu proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Sementara Pb yang masuk ke dalam air sebagai dampak aktivitas kehidupan manusia diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur-jalur perairan seperti dari sungai kemudian akan dibawa terus menuju lautan.

Pb juga merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan bermotor yang berasal dari senyawa tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb yang biasanya ditambahkan dalam bahan bakar (Palar 1995). Menurut Suhendrayatna (2001) timbal digunakan pada kendaraan bermotor sebagai bahan additive bensin yang merupakan gugus alkyl timbal. Sumber utama timbal juga berasal dari makanan dan minuman.

Timbal dalam perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan timbal cukup rendah sehingga kadar timbal di dalam air relatif sedikit (Effendi 2003). Perairan yang mengandung ion-ion Pb, melebihi konsentrasi

yang semestinya, dapat mengakibatkan kematian bagi biota. Konsentrasi Pb sebesar 188 mg/L dapat membunuh ikan-ikan dan krustasea (Palar 1994).

Pada perairan laut, kadar timbal sekitar 0,025 mg/L. Toksisitas akut timbal terhadap beberapa jenis avertebrata air tawar dan laut berkisar antara 0,5 – 5,0 mg/L (Effendi 2003). Timbal meskipun tidak terlalu beracun dibandingkan dengan jenis logam lainnya pada konsentrasi yang rendah (< 1 ppm), tetapi pada konsentrasi yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan krustasea (Nadiarti 2003). Konsentrasi logam berat Pb berdasarkan standar baku mutu air laut SK.MENKLH. No.51/I/2004 bahwa logam berat timbal (Pb) untuk organisme perairan sebesar 0,008 mg/L (Anonim 2004 dalam Assad 2005).

Faktor lingkungan perairan seperti pH, suhu, dan salinitas turut mempengaruhi toksisitas logam berat. Penurunan pH akan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar (Hutagalung 1991). Didukung oleh Effendi (2003) bahwa kadar dan toksisitas timbal dipengaruhi oleh pH dan kadar oksigen.

Menurut Darmono (1995), logam berat yang bersifat racun salah satunya adalah Pb yang terdapat dalam air kebanyakan berbentuk ion. Logam berbahaya ini diserap oleh hewan air melalui insang dan saluran pencernaan. Karena sifatnya yang toksik logam ini dapat mematikan. Logam ini dapat tertimbun di dalam jaringan atau organ. Selain itu menurut Wahyudi dan Gunawan (1990), logam berat dapat masuk ke jaringan tubuh organisme melalui proses absorpsi, rantai makanan dan insang. Di dalam tubuh organisme, logam Pb dapat mengganggu sistem fungsi enzim dan struktur sel.

Timbal dapat absorpsi oleh saluran pencernaan sekitar 5 – 10 % dan 30 % melalui saluran pernapasan. Logam timbal yang masuk ke paru-paru manusia kemudian diedarkan keseluruh jaringan dan organ tubuh (Azis 2000). Timbal beracun pada sistem saraf, hemetologic, hemetotoxic dan mempengaruhi kerja ginjal (Suhendrayatna 2001).

Pb masuk ke dalam tubuh organisme perairan terikat dengan protein dan terlibat dalam proses enzimatik yang dapat mengakibatkan polusi. Absorpsi logam, selain masuk melalui insang dapat juga masuk melalui kulit (kutikula) dan lapisan mukosa. Logam menempel pada permukaan sel, cairan tubuh dan jaringan internal. Konsentrasi Pb dalam tubuh naik jika konsentrasi dalam air laut juga naik sampai laju absorpsi seimbang dengan laju ekskresi. Konsentrasi logam yang terus menerus terakumulasi oleh jaringan organisme akan terus meningkat sesuai dengan meningkatnya konsentrasi dalam air (Darmono 1995)

Timbal ditemukan pada elemen tulang dan diproses bersama kalsium namun jaringan lain juga dapat menyimpan timbal, diantaranya pada insang, limpa, ginjal dan pada eritrosit yang pengambilannya tergantung pada lamanya pemaparan yaitu besarnya konsentrasi pada perairan, pH, suhu, salinitas, dan parameter lainnya (Sorensen 1991).

Berdasarkan Hasil penelitian yang diperoleh Bryan (1967 dalam Darmono 1995) menunjukkan bahwa dalam tubuh krustasea konsentrasi logam berat yang tertinggi ditemukan di dalam darah yang berkaitan dengan protein darah tetapi hanya sementara kemudian diserap oleh hepatopankreas dalam waktu dua hari. Logam berat pada krustasea kebanyakan ditemukan dalam sel-sel hepatopankreas.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Mei sampai Juni 2005, di unit Hatchery, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Untuk pengukuran perubahan konsentrasi logam Pb di dalam air dan akumulasi logam Pb dalam tubuh udang windu dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan, Maros. Sedangkan pembuatan preparat histologi dilakukan di Laboratorium Ekotoksikologi dan Fisiologi Biota Laut, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Persiapan Wadah dan Uji Pemeliharaan Udang Windu

Untuk unit I, wadah yang digunakan adalah baskom plastik yang berwarna putih sebanyak 4 buah dengan volume 20 L. Setiap baskom diisi dengan air laut sebanyak 20 L kemudian dimasukan udang windu dengan ukuran PL 15 sebanyak 40 ekor dan diaerasi. Air laut yang digunakan adalah air laut yang telah diberikan konsentrasi timbal. Konsentrasi timbal yang digunakan bukan konsentrasi timbal murni tetapi konsentrasi timbal yang berasal dari bahan kimia proanalisis timbal nitrat $Pb(NO_3)_2$ yang telah dipisahkan menjadi timbal murni. Pada wadah A mempunyai konsentrasi (0,2 ppm) sesuai konsentrasi timbal yang berasal dari air laut, pada wadah B diberikan konsentrasi (0,7 ppm), pada wadah C diberikan konsentrasi (1,2 ppm) dan wadah D diberikan konsentrasi (1,7 ppm).

Untuk unit II, wadah yang digunakan adalah bak fiber dengan volume 200 L dan diisi dengan air laut sebanyak 120 L yang sudah diberikan konsentrasi timbal yang sama pada unit I dan dimasukkan biotreatment tiram (*Crassostrea* sp.) dengan kepadatan 750 gr atau 6,25 g/L dan diaerasi, dilakukan penahanan selama 2 hari, kemudian airnya dibuang sebanyak 20 L dan dimasukkan pada unit III.

Untuk unit III wadah yang digunakan sama dengan wadah pada unit I yaitu baskom plastik yang berwarna putih sebanyak 12 buah dengan volume 20 L. Setiap baskom diisi dengan air laut berasal dari unit II yang telah dilakukan biotreatment sebanyak 20 L kemudian dimasukkan udang windu dengan ukuran PL 15 sebanyak 40 ekor dan diberikan aerasi.

Selama pemeliharaan dilakukan pengukuran kualitas air, yaitu pengukuran pH dengan pH meter, suhu dengan termometer, dan oksigen terlarut dengan DO meter. Sementara untuk mengetahui konsentrasi timbal pada air yang sudah ditreatment diambil air sebanyak 20 mL dan konsentrasi Pb pada tubuh udang diukur dengan cara diekstrak seluruh tubuh sebanyak 10 ekor dengan alat AAS (Atomic Absorbtion Spektrofotometer) pada metode analisis Spektrofotometrik Serapan Atom (Fardiaz 1992). Untuk mengetahui kondisi hepatopankreas udang windu akibat logam Pb dilakukan metode histologi.

Pengukur Peubah

Peubah yang diukur dalam penelitian ini adalah penurunan konsentrasi timbal. Untuk mengetahui tingkat efisiensi pengubahan dari setiap perlakuan, digunakan rumus (Sures dan Lin 1992 *dalam* Hamsiah 2000) sebagai berikut:

$$EP = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

dimana EP = Efisiensi Pengubahan (%)

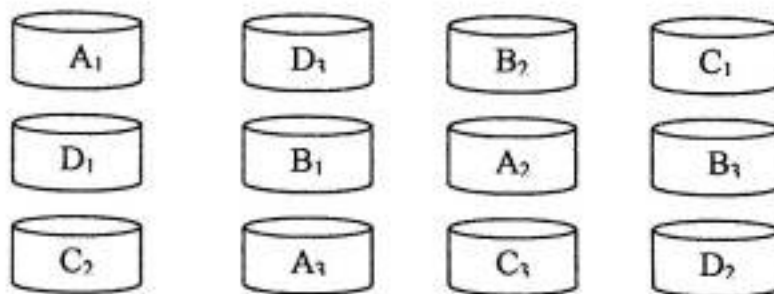
A = Konsentrasi beban awal penelitian (mg/L)

B = Konsentrasi beban akhir penelitian (mg/L)

Untuk mengetahui konsentrasi logam Pb dalam tubuh udang serta kondisi hepatopankreas pada udang windu akibat logam Pb maka dilakukan analisis histologi secara deskriptif.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Dalam penelitian ini digunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan konsentrasi 3 kali ulangan (Gambar 1). Keempat perlakuan konsentrasi tersebut adalah A (0,2 ppm), B (0,7 ppm) dan C (1,2 ppm) sedangkan D (1,7 ppm). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, maka dilakukan pengujian lanjut dengan uji BNT (Uji Beda Nyata Terkecil) sesuai petunjuk Gasperzt (1991).



Gambar 1. Tata Letak wadah Penelitian Setelah diadakan Pengacakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi Pengubah

Nilai efisiensi pengubahan konsentrasi logam berat Pb pada air media biotreatment tiram pada awal hingga akhir pengamatan dapat dilihat pada (Tabel Lampiran 2). Hasil analisis ragam (Tabel Lampiran 3-7) menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap efisiensi pengubah konsentrasi Pb. Selanjutnya hasil uji BNT (Tabel Lampiran 3-7 dan Tabel 1.) memperlihatkan rerata efisiensi pengubah perlakuan A dan B pada hari 0-2, hari 0-4, hari 0-6 dan hari 0-8 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Hasil uji terjadi pada perlakuan C dan D, namun rerata A dan B berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan rerata C dan D. Pada hari 0-4 rerata B juga berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan rerata C dan D, tetapi rerata A hanya berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan B dan D, bahkan rerata A versus C dan C versus D tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Tabel 1. Rerata Efisiensi Pengubahan Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon*) dari Awal penelitian sampai Akhir Penelitian

Konsentrasi Pb (ppm)	Efisiensi Pengubahan Pb (%)			
	Hari 0-2	Hari 0-4	Hari 0-6	Hari 0-8
A (0,2) ppm	5,50 ^b	47,50 ^b	32,50 ^b	48,50 ^b
B (0,7) ppm	16,43 ^b	16,43 ^c	31,00 ^b	42,57 ^b
C (1,2) ppm	75,58 ^a	76,33 ^{ab}	80,67 ^a	85,66 ^a
D (1,7) ppm	85,59 ^a	86,47 ^a	89,18 ^a	93,94 ^a

abc = huruf yang sama pada lajur yang sama menyatakan nilai rerata perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P > 0,05$)

Logam Pb yang ada di dalam air media pemeliharaan dapat diserap oleh biotreatment tiram dimana konsentrasi logam Pb 1,7 ppm mempunyai efisiensi pengubahan tertinggi dari hari 2 sampai 8. Kandungan logam berat Pb tersebut

dapat dieliminir dengan bantuan biotreatment tiram dengan nilai efisiensi pengubahan tertinggi adalah 93,94 %. Hal ini menunjukkan bahwa tiram dapat mengakumulasi logam berat Pb dengan sangat baik sekitar 8,35%. Hal ini sesuai pendapat Suharyanto dkk (1996) tiram merupakan organisme yang dapat digunakan sebagai biotreatment karena tiram sangat toleran terhadap kondisi perairan yang buruk dan mengandung polutan, serta sangat cepat mengakumulasi logam berat. Pernyataan tersebut didukung oleh Ahmad (1999) yang menyatakan bahwa tiram mampu menyerap logam berat yang ada di dalam air dan Darmono (1995) menyatakan bahwa konsentrasi logam akan diserap jaringan organisme sesuai dengan meningkatnya konsentrasi dalam air. Gunarto dkk (2003) menyatakan bahwa tiram mampu menyaring air sebanyak 10 L/jam. Sementara Suharsono (1998) menyatakan bahwa kekerangan dengan berat 2 g mampu menyaring air 3 L/24 jam, sedangkan tiram dengan berat 50 g mampu menyaring air sebanyak 78 L/24 jam.

Penurunan Konsentrasi Timbal dalam Air

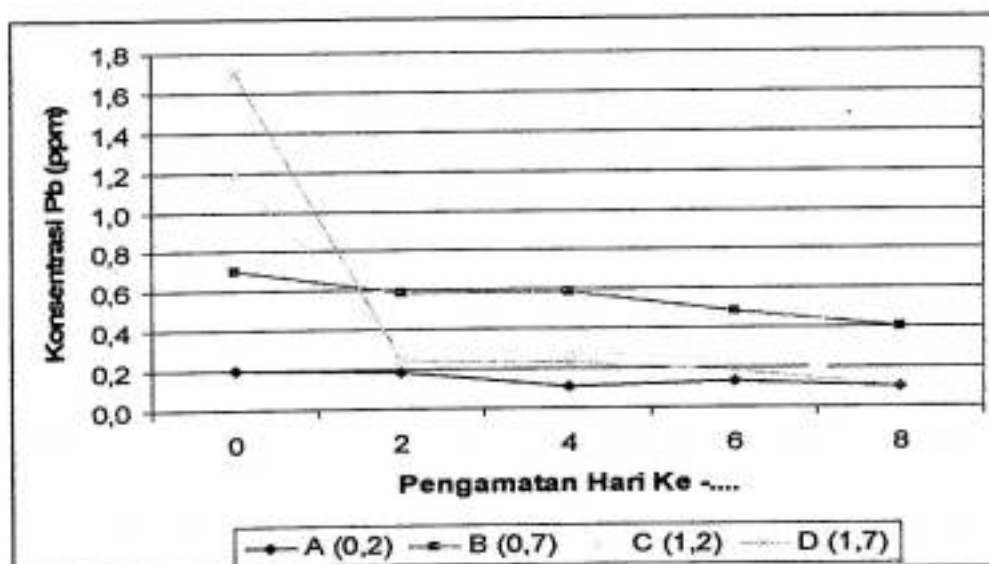
Hasil pengukuran konsentrasi Pb air media pemeliharaan udang windu yang diberikan tiram (*Crassostrea* sp.) pada setiap hari pengamatan dengan perlakuan konsentrasi Pb dapat dilihat pada (Tabel Lampiran 1). Rerataan konsentrasi Pb menurun dari hari ke-0 sampai hari ke-8 (Tabel 2) .

Tabel 2. Rerata Hasil Pengamatan Konsentrasi Pb pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang diberikan Biotreatment Tiram (*Crasostrea sp.*) pada setiap hari Pengamatan

Konsentrasi Pb (ppm)	Konsentrasi Pb pada pengamatan hari ke-...				
	0	2	4	6	8
A (0,2)	0,200	0,189	0,105	0,135	0,103
B (0,7)	0,700	0,585	0,585	0,483	0,402
C (1,2)	1,200	0,293	0,284	0,232	0,172
D (1,7)	1,700	0,245	0,230	0,184	0,103

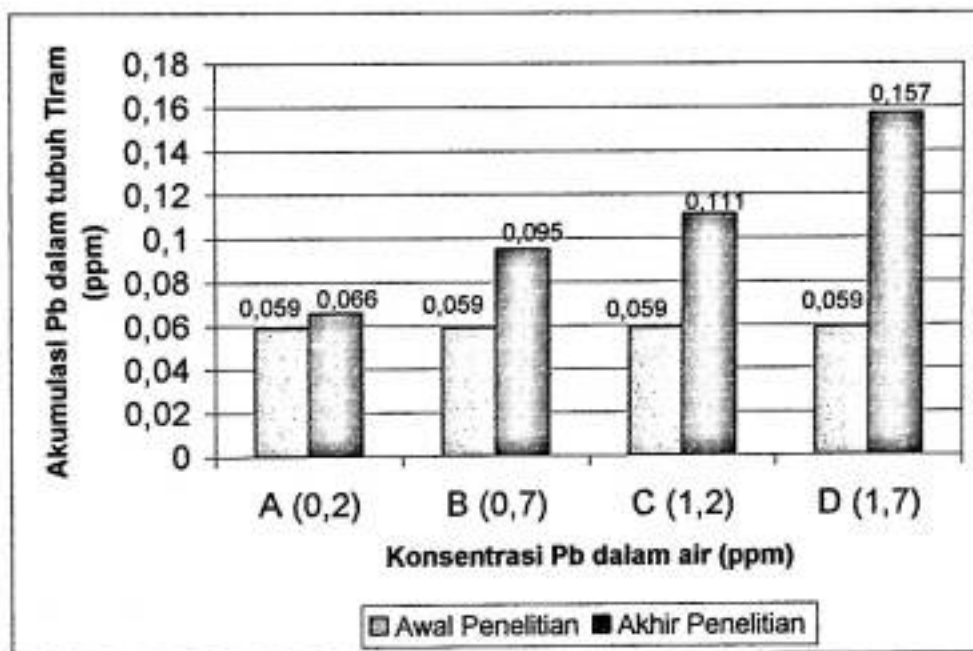
Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada air media pemeliharaan biotreatment tiram menunjukkan bahwa tiram mampu menurunkan konsentrasi Pb. Akan tetapi pada perlakuan B, tiram menyerap sedikit-sedikit hal ini disebabkan karena tiram hidup sesuai dengan keadaan normal di perairan. Artinya daya serap tiram akan rendah jika konsentrasi logam Pb dalam air media pemeliharaan juga rendah, sementara daya serap tiram akan tinggi jika konsentrasi logam Pb di air media pemeliharaan juga tinggi.

Pada air media pemeliharaan udang windu konsentrasi Pb menurun setelah diberikan organisme biotreatment tiram dari hari ke-0 sampai ke-8 (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Konsentrasi Pb pada setiap Perlakuan

Gambar di atas menunjukkan terjadinya penurunan konsentrasi Pb pada semua perlakuan. Tiram paling efektif menyerap pada hari ke-2 pada konsentrasi yang tinggi, sementara pada konsentrasi rendah tiram menyerap sedikit-sedikit sampai hari ke-8. Artinya tiram dengan kepadatan 750 g efektif mampu mengakumulasi logam berat Pb selama 8 hari Hal ini sesuai pernyataan Ahmad (1999) bahwa Tiram (*Crassostrea* sp.) pada kepadatan 0,75 kg/m² efektif dalam menyerap logam berat dan bakteri.



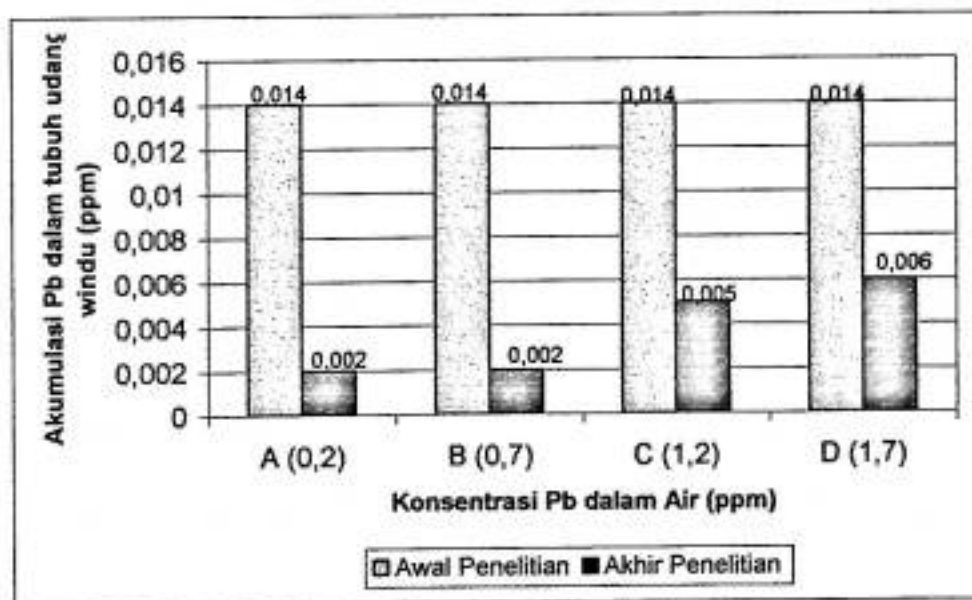
Gambar 3. Grafik Akumulasi Pb dalam Tubuh Tiram (*Crassostrea* sp.)

Akumulasi logam berat Pb dalam tubuh tiram meningkat sejalan dengan bertambahnya konsentrasi logam berat Pb yang diberikan kedalam air media (Gambar 3). Ismawati (1995) menyatakan bahwa tiram mempunyai kemampuan mengakumulasi Pb paling tinggi 1.185% dari kandungannya awalnya (0,013 mg/L). Tiram merupakan organisme filter feeder yang mengambil makanannya dengan cara menyaring, sehingga logam Pb masuk kedalam tubuh tiram bersama dengan plankton yang dimakannya. Tiram menyimpan logam Pb pada mantelnya

sementara makanan yang diserapnya dimasukan kedalam sistem metabolisme. Gunarto dkk. (2003) menyatakan tiram adalah organisme filter feeder (penyaring) yang dapat memanfaatkan kelebihan plankton, bahan organik, bakteri, jamur dan flagellata sebagai makanannya. Tiram ternyata mampu menyerap plankton dan partikel koloid yang menyebabkan kekeruhan yang tinggi serta menyerap logam berat dan menurunkan populasi bakteri yang ada di dalam air (Ahmad 1999).

Akumulasi Pb dalam tubuh udang

Hasil akumulasi timbal dalam tubuh udang windu menurun sejalan dengan menurunnya konsentrasi Pb dalam air media pemeliharaan. Konsentrasi Pb di dalam tubuh udang pada awal penelitian sebanyak 0,014 ppm, setelah air media pemeliharaan udang diberi perlakuan tiram, akumulasi logam Pb dalam tubuh udang menurun (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik Akumulasi Pb dalam Tubuh Udang Windu (*Penaeus monodon*)

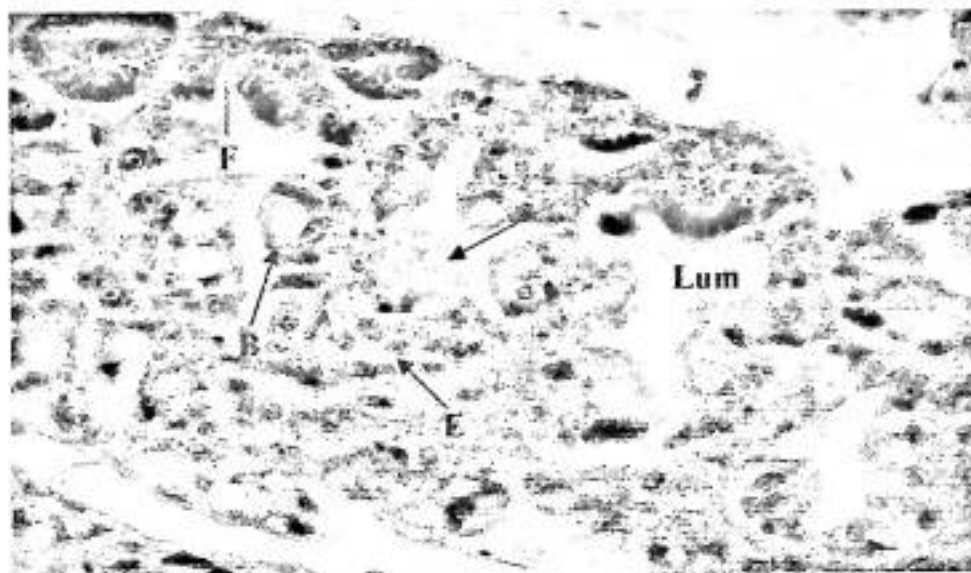
Menurunnya akumulasi logam Pb dalam tubuh udang windu disebabkan logam Pb telah diakumulasi oleh biotreatment tiram yang ada di dalam air media

pemeliharaan. Hal ini sesuai pendapat Ismawati (1995 *dalam* Suharyanto 1996) bahwa penggunaan kekerangan ternyata secara tidak langsung telah mengurangi akumulasi logam berat pada udang yang dipelihara. Kandungan logam berat pada udang yang dipelihara bersama kekerangan relatif lebih rendah dibandingkan dengan yang didapatkan pada udang tanpa moluska. Dalam hal ini tiram yang digunakan sebagai biotreatment sangat baik dalam mengakumulasi logam berat Pb. Sementara akumulasi dalam tubuh udang yang tidak melalui biotreatment makin meningkat sesuai dengan tingginya penambahan konsentrasi yang diberikan.

Penggunaan biotreatment tiram dapat mengakumulasi logam Pb dan memperbaiki kualitas air, hal ini ditandai dengan terjadinya pergantian kulit (molting) udang windu sebagai salah satu cara untuk bertumbuh. Molting pada udang dipengaruhi oleh faktor luar seperti suhu, salinitas, intensitas cahaya dan polutan, sementara faktor dalam dipengaruhi oleh nutrisi dan hormon (Kleinholz 1985 *dalam* Lin dan Chen 2000). Udang akan tumbuh jika kondisi perairan baik, tetapi jika kondisi perairan jelek akan menghambat pertumbuhan udang. Hal ini sesuai pernyataan Nadiarti (2003) yang menyatakan konsentrasi yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan krustasea.

Menurut Darmono dkk. (1990), organ yang paling banyak mengakumulasi logam berat pada udang adalah hepatopankreas. Hepatopankreas merupakan organ yang penting bagi udang, dimana hepatopankreas memiliki fungsi yang sama dengan hati pada hewan mamalia. Hepatopankreas terletak pada karapax bagian belakang di bawah jantung dan mengelilingi persambungan antara proventiculus

dengan usus depan. Organ ini terdiri atas tubulus-tubulus yang tertutup dan tubulus tersebut memproduksi enzim-enzim yang dialirkan melalui ductus hepatopankreatikus pada akhir proventriculus (Bell dan Lightner 2000). Pada pengamatan histologi terlihat kondisi hepatopankreas udang windu tanpa melakukan biofilter (Unit I) dengan yang melalui biofilter (Unit III), dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

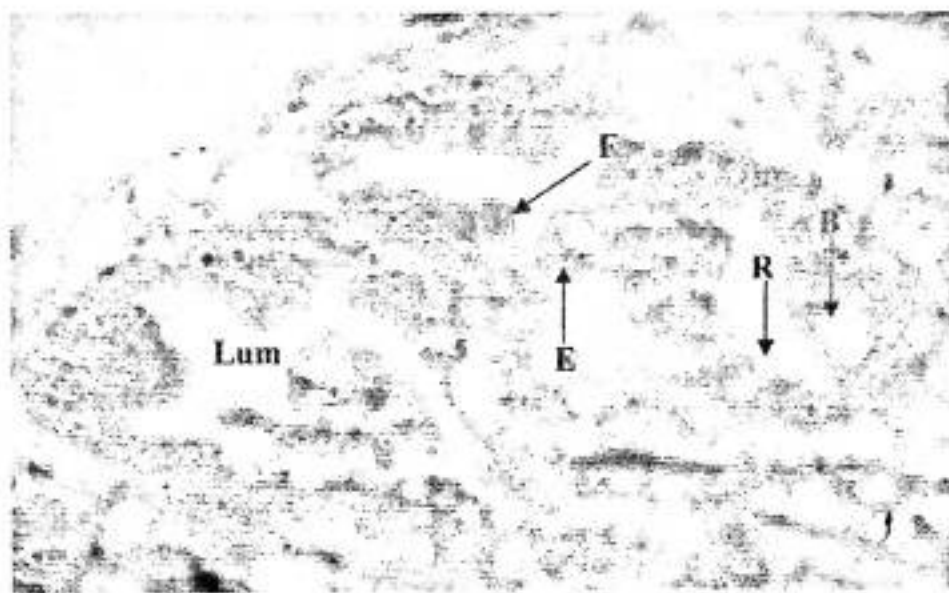


Gambar 5. Tampilan Histologi Hepatopankreas Udang Windu Tanpa melalui Biofilter; R= R-cell (Restzellen); F = F-cell (Fibrillenzellen); B=B-Cell (Blasenzellen); E = E-Cell (Embryonalzellen); Lum=Lumen, Pewarnaan HE, Pembesaran 40X

Tampilan histologi hepatopankreas udang windu pada gambar di atas memperlihatkan kondisi hepatopankreas terjadi perubahan pada tubulus yang mengalami degenerasi dan nekrosis (penyusutan dan Penghancuran). Hal ini sesuai pendapat Darmono dkk.(1990) Perubahan sel tubulus karena adanya degenerasi dan nekrosis dalam jaringan hepatopankreas udang .

Pada gambar terlihat adanya penyusutan sel utamanya F-cell dan E-cell yang tidak berada pada sisi anterior. Menurut Bell dan Lightner (2000) menyatakan

bahwa kondisi hepatopankreas yang dalam keadaan normal, dimana B-cells (Blasenzellen) tetap berada pada sisi anterior tubules hepatopankreas, demikian pula dengan sel-sel lainnya, yaitu R-cells (Restzellen), E-Cell (Embryonalzellen); F-Cells (Fibrillenzellen). Sementara lumen juga sudah tidak berukuran normal, sesuai pernyataan Bell dan Lightner (2000) sel-sel epitel pada hepatopankreas berbentuk kolumner dan bentuknya berubah-ubah pada waktu makan.



Gambar 6. Tampilan Histologi Hepatopankreas Udang Windu melalui Biofilter, R= R-cell (Restzellen); F = F-cell (Fibrillenzellen); B=B-Cell (Blasenzellen); E = E-Cell (Embryonalzellen); Lum = Lumen, Pewarnaan HE, Pembesaran 40X

Tampilan histologi hepatopankreas udang windu pada gambar di atas memperlihatkan kondisi hepatopankreas udang windu yang menggunakan biotreatment. Pada sel-sel epitel hepatopankreas masih dalam berbentuk kolumner tidak terlalu banyak mengalami perubahan, kondisi hepatopankreas masih dalam keadaan normal, dimana R= R-cell (Restzellen), F = F-cell (Fibrillenzellen), B=B-Cell (Blasenzellen), E = E-Cell (Embryonalzellen) tetap berada pada sisi anterior

tubulus hepatopancreas, demikian pula Lum = Lumen masih dalam ukuran yang normal (Bell dan Lightner 2000).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Tiram sebagai biotreatment dapat menurunkan konsentrasi logam Pb pada air media pemeliharaan udang windu, dengan daya akumulasi sekitar 8,35%.
2. Daya akumulasi logam Pb dalam tubuh udang pada air media pemeliharaan sesuai dengan besarnya konsentrasi logam Pb dalam air.

Saran

Sebaiknya dalam pemeliharaan udang sebelum air yang berasal dari laut digunakan untuk pemeliharaan dilakukan treatment terlebih dahulu, agar logam berat atau polutan yang berada dalam air laut tersebut dapat berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. 1999. Pemanfaatan mangrove sebagai biofilter dan bioremediator budidaya udang. Balai Penelitian Perikanan Pantai, Maros. 16 hal.
- Amirullah. 2002. Aplikasi kerang sebagai hewan biofilter dalam remidiasi lingkungan tambak dan kemungkinan pengembangannya. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Haluoleo, Kendari. 7 hal.
- Amri, K. 2003. Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka, Jakarta. 98 hal.
- Azis, T. 2000. Distribusi logam berat (Pb, Cd, Cu, dan Zn) pada musim barat dan musim timur di perairan pelabuhan Sukarno dan pulau barrang lombo kotamadya Makassar. Tesis Program Pasca Sarjana Unhas, Makassar. 30 hal.
- Asaad. I. 2005. Kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan Cadmium (Cd) pada air laut di perairan pantai losari kota Makassar. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 35 hal.
- Badraeni. 2004. Penggunaan biotreatment untuk perbaikan kualitas air pada pembenihan dan pembesaran udang windu *Penaenus monodon*. Proyek Kerja Sama Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar dengan Balitbangda Provinsi Sulawesi Selatan. 102 hal.
- Bell, T. A dan D. V. Lightner. 2000. A Handbook of normal penaeid shrimp histology. World Aquaculture Society. Aquaculture Development Program, State of Hawaii. 107 hal.
- Bucher. D. 1993. Penggelondongan benih udang windu dengan sistem reskulasi pada berbagai tingkat kepadatan. Prosiding Simposium Perikanan Indonesia I. Jakarta. 25 hal.
- Chen. J. C dan C. H. Lin. 2000. Toxicity of copper sulfate for survival, growth, molthing ang feeding of juveniles of the tiger shrimp *Penaenus monodon*. Departament of Aquaculture. National Taiwan Ocean University. Taiwan. Aquaculture 192 : 55-56.
- Cholik, F. dan H. A. Latif. 1973. Percobaan pendahuluan kultur udang windu (*Penaenus monodon*). Laporan LPPD No. 7. Bogor. 20 hal.

- Coeroli, M., D. D. Gaillande, J. P. Landert and Aquacop. 1984. Recent innovation in cultivation of mollusc in french polynesia. *Aquaculture* 4 (1) : 14-47
- Darmono. 1995. *Budidaya Udang Penaeus*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 264 hal.
- Darmono, G.R.W, Denton dan R. S. F. Campbel. 1990. Pathology of cadmium and nikel toxicity in the banana prawn *Penaeus merguensis*. *Asian Fish Sc.* 1(3) : 287 – 297.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 258 hal.
- Fachrudin. L, M. N. Nessa, S. Werorilangi dan Ilyas. 1999. Penggunaan *Sargassum* sp sebagai bioakumulator pencemaran logam berat timbal (pb) dan kadmium (cd). *Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar*. *Torani* 9 (1) : 27-32
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 201 hal.
- Gaspersz, Y. 1991. *Metode dan Rancangan Percobaan*. Penerbit Armico, Bandung. 472 hal.
- Gunarto, Muslimin, Surharyanto dan M. Mangampa. 2003. *Pengelolaan tambak budidaya udang ramah lingkungan*. Balai Riset Perikanan. *Budidaya Air Payau, Maros*. 11 hal.
- Hamsiah. 2000. Peranan keong bakau (*Telescopium telescopium*) sebagai biofilter dalam pengelolaan limbah budidaya tambak intensif. *Program Pasca Sarjana IPB, Bogor*. 77 hal.
- Haq. N. 1994. *Kekerangan sebagai biofilter fitoplankton*. Jurusan Budidaya Perairan. *Fakultas Perikanan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar*. 35 hal.
- Hutagalung, H. P. 1984. *Logam Berat dalam Lingkungan Laut*. Perwata Oseana. LIPI. Jakarta. 268 hal.
- Ismawati. S. 1995. *Pemantauan kandungan logam berat pada budidaya udang intensif*. Laporan Penelitian Balai Penelitian Perikanan Pantai. Maros. 15 hal

- Mangampa, M, D.Suryanto dan M. Tjaronge. 2000. Model pengembangan teknologi budidaya udang ramah lingkungan di tambak. Balai Penelitian Perikanan Pantai Maros, Maros. 4 hal.
- Mardjono, M. Budiono, M. dan N. Hamid. 1984. Teknik penangkapan dan penanganan benih. Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian. Jakarta. 29 hal.
- Muliani, M, Atmomarsono. M. I, Madeali. 2000. Pengaruh penggunaan kekerangan sebagai biofilter terhadap kelimpahan dan komposisi jenis bakteri pada budidaya udang windu dengan sistem resirkulasi air. Laporan Penelitian Perikanan Pantai. Maros. 13 hal
- Murtidjo, B.A. 2003. Tambak Air Payau Budidaya Udang dan Bandeng. Kanisius, Yogyakarta. 138 hal.
- Nadiarti, K. Yaqin, M. Sabar dan S.W.Ammade. 2003. Pengaruh alga renik terhadap konsentrasi logam berat. (Pb dan Cu) pada air tambak udang intensif. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Torani 13 (1) : 32-37
- Palar, H. 1995. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta, Jakarta. 146 hal.
- Pascual, F. P. 1979. Guide to the nutrition and feeding of Sugpo *Penaeus monodon* Aquacult. Depart SEAFDEC. Philippines. 8 hal.
- Prihatman, K. 2000. Budidaya udang windu (Pelaemonidea/Penaeidea). Proyek pengembangan ekonomi masyarakat pedesaan. Bappenas. Jakarta. 22 hal.
- Rachim, R, A. Noor, M. Litaay dan S, Liong. 2001. Kandungan logam berat dalam jaring lunak kerang darah (*Anadara granosa*) dan kerang bulu (*Anadara iflata*). Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Makassar. Torani 1 (1) : 47-52
- Sorensen, E.M.B. 1948. Metal Polsoning in Fish. CRC Press Boca Ann Arbor, Boston. 376 hal.
- Suharsono. 1998. Kemungkinan penggunaan kerang hijau sebagai biofilter. Mitra Bahari Tahun III (3) : 31-36
- Suharyanto. 2001. Rangkuman hasil penelitian tiram (*Craossostrea* sp.) di Sulawesi Selatan. Balai Penelitian Perikanan Budidaya pantai. Maros. Temu Karya Ilmiah. 10 hal.

- Suharyanto, M. Atmomarsono dan A. Sudradjat. 1996. Penggunaan tiga jenis kerang sebagai biofilter pada pemeliharaan udang windu (*Penaeus Monodon*) dalam skala laboratorium, Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Volume II. No.1. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 15 hal.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval logam berat dengan menggunakan microorganism: Suatu kajian kepustakaan. Sinergy Forum – PPI Tokyo Institute of technology. Japan. 9 hal
- Wahyudi dan Gunawan. 1990. Warta Limnologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesi. Pusat Pengembangan Limnologi. Th. III No.12, Jakarta. 68 hal.

- Suharyanto, M. Atmomarsono dan A. Sudradjat. 1996. Penggunaan tiga jenis kerang sebagai biofilter pada pemeliharaan udang windu (*Penaeus Monodon*) dalam skala laboratorium, Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Volume II. No.1. Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 15 hal.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval logam berat dengan menggunakan microorganism: Suatu kajian kepustakaan. Sincrgy Forum – PPI Tokyo Institute of tecnology. Japan. 9 hal
- Wahyudi dan Gunawan. 1990. Warta Limnologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesi. Pusat Pengembangan Limnologi. Th. III No.12, Jakarta. 68 hal.

Tabel lampiran 1. Data Pengamatan Konsentrasi Pb (Timbal) Air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang diberikan Biotreatment Tiram (*Crasostrea sp.*)

Perlakuan		Konsentrasi Pb (ppm) pada pengamatan hari Ke				
Konsentrasi Pb (ppm)	Ulangan				
		0	2	4	6	8
A (0,2)	1	0,200	0,175	0,115	0,128	0,113
	2	0,200	0,190	0,138	0,181	0,113
	3	0,200	0,202	0,062	0,096	0,083
Total		0,600	0,567	0,315	0,405	0,309
Rerata		0,200	0,189	0,105	0,135	0,103
B (0,7)	1	0,700	0,458	0,448	0,503	0,402
	2	0,700	0,748	0,775	0,583	0,395
	3	0,700	0,549	0,532	0,363	0,409
Total		0,210	1,755	1,755	1,449	1,206
Rerata		0,700	0,585	0,585	0,483	0,402
C (1,2)	1	1,200	0,290	0,344	0,152	0,152
	2	1,200	0,304	0,344	0,332	0,164
	3	1,200	0,285	0,164	0,212	0,200
Total		3,600	0,879	0,852	0,696	0,516
Rerata		1,200	0,293	0,284	0,232	0,172
D (1,7)	1	1,700	0,345	0,198	0,165	0,113
	2	1,700	0,205	0,234	0,284	0,103
	3	1,700	0,185	0,258	0,103	0,093
Total		5,100	0,735	0,690	0,552	0,309
Rerata		1,700	0,245	0,230	0,184	0,103

Tabel lampiran 2. Efisiensi pengubah (%) Konsentrasi Pb air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon*) yang diberikan Biotreatment Tiram (*Crasostrea sp.*) pada setiap hari Pengamatan

Perlakuan	Efisiensi Peubah (%)			
	0 ke hari 2	0 ke hari 4	0 ke hari 6	0 ke hari 8
A ₁	12,500	42,500	36,000	43,500
A ₂	5,000	31,000	9,500	43,500
A ₃	-1,000	69,000	52,000	58,500
Total	16,500	142,500	97,500	145,500
Rerata	5,500	47,500	32,500	48,500
B ₁	34,571	36,000	28,147	42,571
B ₂	-6,857	- 10,714	16,714	43,571
B ₃	21,571	24,000	48,143	41,571
Total	49,285	49,286	93,000	127,713
Rerata	16,428	16,429	31,000	42,571
C ₁	75,833	71,333	87,333	87,333
C ₂	74,667	71,333	72,333	86,333
C ₃	76,250	86,333	82,333	83,333
Total	226,750	228,999	241,999	256,999
Rerata	75,583	76,333	80,666	85,666
D ₁	79,706	88,353	90,294	93,353
D ₂	87,941	86,235	83,294	93,941
D ₃	89,118	84,824	93,941	94,529
Total	256,765	259,412	267,529	281,823
Rerata	85,588	86,471	89,176	93,941

Tabel lampiran 3. Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan Menggunakan Biotretment Tiram pada hari Kedua

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	12,500	34,571	75,833	79,706	202,610
2	5,000	- 6,857	74,667	87,941	160,750
3	- 1,000	21,571	76,250	89,118	185,939
Total	16,500	49,285	226,750	256,765	549,300
Rerata	5,500	16,428	75,583	85,588	

$$FK = \frac{Y^2}{rt} = \frac{(549,300)^2}{12} = \frac{301730,490}{12} = 25144,208$$

$$\begin{aligned} JKT &= (12,500^2 + 5,000^2 + (-1,000)^2 + 34,571^2 + (-6,857)^2 + \dots) - FK \\ &= (156,250 + 25,000 + 1,000 + 1195,154 + 47,018 + \dots) - 25144,208 \\ &= 41058,281 - 25144,208 \\ &= 15914,073 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(16,500^2 + 49,285^2 + 226,750^2 + 256,765^2)}{3} - FK \\ &= \frac{120045,089}{3} - 25144,208 \\ &= 40015,030 - 25144,208 = 14870,822 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 15914,073 - 14870,822 = 1043,251 \end{aligned}$$

$$KTP = \frac{JKP}{dbp} = \frac{14870,822}{3} = 4956,941$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{1043,251}{8} = 130,406$$

$$F_{hitung} = \frac{JKP}{JKG} = \frac{4956,941}{130,406} = 38,012$$

SK	JK	db	KT	F _{hit}	F _{tah}	
					0,05	0,01
Perlakuan	14870,822	3	4956,941	38,012**	0,05	0,01
Galat	1043,251	8	130,406		4,07	7,59
Total	15914,073	11	5087,347			

** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji BNT

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,05} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r}} \\
 &= 2,228 \sqrt{\frac{2 \times 130,406}{3}} \\
 &= 20,774
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r}} \\
 &= 3,169 \sqrt{\frac{2 \times 130,406}{3}} \\
 &= 29,548
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Nt	Selisih				BNT	
		D	C	B	A	5 %	1 %
D	85,588	-				20,774	29,548
C	75,583	10,005 ^{ns}	-				
B	16,428	69,160**	59,155**	-			
A	5,500	80,088**	70,083**	10,928 ^{ns}	-		

Tabel lampiran 4. Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Udang Windu (*Penaeus monodon*) dengan Menggunakan Biotretment Tiram pada hari Keempat

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	42,500	36,000	71,333	88,353	238,186
2	31,000	- 10,714	71,333	86,235	177,854
3	69,000	24,000	86,333	84,824	264,157
Total	142,500	49,286	228,999	259,412	680,197
Rerata	47,500	16,429	76,333	86,471	

$$FK = \frac{Y^2}{r.t} = \frac{(680,197)^2}{12} = \frac{462667,59}{12} = 38555,663$$

$$\begin{aligned} JKT &= (42,500^2 + 31,000^2 + 69,000^2 + 36,000^2 + (-10,714)^2 + \dots) - FK \\ &= (1806,250 + 961,000 + 4761,000 + 1296,000 + 114,790 + \dots) - \\ &38555,663 \\ &= 49583,060 - 38555,663 \\ &= 11027,397 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(142,500^2 + 49,286^2 + 228,999^2 + 259,412^2)}{3} - FK \\ &= \frac{142470,488}{3} - 38555,663 \\ &= 47490,163 - 38555,663 = 8934,500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 11027,397 - 8934,500 = 2092,897 \end{aligned}$$

$$KTP = \frac{JKP}{dbp} = \frac{8934,500}{3} = 2978,167$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{2092,897}{8} = 261,612$$

$$F_{hitung} = \frac{JKP}{JKG} = \frac{2978,167}{261,612} = 11,384$$

SK	JK	db	KT	F _{hit}	F _{tab}	
					0,05	0,01
Perlakuan	8934,500	3	2978,167	11,384**	4,07	7,59
Galat	2092,897	8	261,612			
Total	11027,397	11	3239,779			

** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji BNT

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,05} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times \text{KTG}}{r}} \\
 &= 2,228 \sqrt{\frac{2 \times 261,612}{3}} \\
 &= 29,424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times \text{KTG}}{r}} \\
 &= 3,169 \sqrt{\frac{2 \times 261,612}{3}} \\
 &= 41,851
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Nt	Selisih				BNT	
		D	C	B	A	5 %	1 %
D	86,471	-				29,424	41,851
C	76,333	10,138 ^{ns}	-				
A	47,500	38,971*	28,833 ^{ns}	-			
B	16,429	70,042**	59,904**	31,071*	-		

Tabel lampiran 5. Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Udag Windu (*Penaeus monodon*) dengan Menggunakan Biotretment Tiram pada hari Keenam

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	36,000	28,143	87,333	90,294	241,770
2	9,500	16,714	72,333	83,294	181,841
3	52,000	48,143	82,333	93,941	276,417
Total	97,500	93,000	241,999	267,529	700,028
Rerata	32,500	31,000	80,666	89,176	700,028

$$FK = \frac{Y^2}{r.t} = \frac{(700,028)^2}{12} = \frac{490039,201}{12} = 40836,600$$

$$\begin{aligned} JKT &= (36,000^2 + 9,500^2 + 52,000^2 + 28,143^2 + 16,714^2 + \dots) - FK \\ &= (1296,000 + 90,250 + 2704,000 + 792,028 + 279,358 + \dots) - 40836,600 \\ &= 51033,030 - 40836,600 \\ &= 10196,430 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(97,500^2 + 93,000^2 + 241,999^2 + 267,529^2)}{3} - FK \\ &= \frac{148290,532}{3} - 40836,600 \\ &= 49430,177 - 40836,600 = 8593,577 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 10196,430 - 8593,577 = 1602,853 \end{aligned}$$

$$KTP = \frac{JKP}{dbp} = \frac{8593,577}{3} = 2864,526$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{1602,853}{8} = 200,357$$

$$F_{hitung} = \frac{JKP}{JKG} = \frac{2864,526}{200,357} = 14,297$$

SK	JK	db	KT	F _{hit}	F _{tab}	
					0,05	0,01
Perlakuan	8593,577	3	2864,526	14,297**	4,07	7,59
Galat	1602,853	8	200,357			
Total	10196,430	11	3064,883			

** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji BNT

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,05} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r}} \\
 &= 2,228 \sqrt{\frac{2 \times 200,357}{3}} \\
 &= 25,750
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r}} \\
 &= 3,169 \sqrt{\frac{2 \times 200,357}{3}} \\
 &= 36,625
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Nt	Selisih				BNT	
		D	C	B	A	5 %	1 %
D	89,176	-				25,750	36,625
C	80,666	8,510 ^{ns}	-				
A	32,500	56,676**	48,166**	-			
B	31,000	52,176**	49,666**	1,500 ^{ns}	-		

Tabel lampiran 6. Analisa Sidik Ragam Konsentrasi Pb pada Air Media Udag Windu (*Penaeus monodon*) dengan Menggunakan Biotretment Tiram pada hari Kedelapan

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	43,500	42,571	87,333	93,353	226,757
2	43,500	43,571	86,333	93,941	267,345
3	58,500	41,571	83,333	94,529	277,933
Total	145,500	127,713	256,999	281,823	812,035
Rerata	48,500	42,571	85,666	93,941	

$$FK = \frac{Y^2}{r.t} = \frac{(812,035)^2}{12} = \frac{659400,841}{12} = 54950,070$$

$$\begin{aligned} JKT &= (43,500^2 + 43,500^2 + 58,500^2 + 42,571^2 + 43,571^2 + \dots) - FK \\ &= (1892,250 + 1892,250 + 3422,250 + 1812,290 + 1898,432 + \dots) - 54950,070 \\ &= 61145,875 - 54950,070 \\ &= 6195,805 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(145,500^2 + 127,713^2 + 256,999^2 + 281,823^2)}{3} - FK \\ &= \frac{182953,549}{3} - 54950,070 \\ &= 60984,516 - 54950,070 = 6034,446 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKG &= JKT - JKP \\ &= 6195,805 - 6034,446 = 161,359 \end{aligned}$$

$$KTP = \frac{JKP}{dbp} = \frac{6034,446}{3} = 2011,482$$

$$KTG = \frac{JKG}{dbg} = \frac{161,359}{8} = 20,170$$

$$F_{hitung} = \frac{JKP}{JKG} = \frac{2011,482}{20,170} = 99,726$$

SK	JK	db	KT	F _{hit}	F _{tab}	
					0,05	0,01
Perlakuan	6034,446	3	2011,482	99,726**	4,07	7,59
Galat	161,359	8	20,170			
Total	6195,805	11	2031,652			

** Berpengaruh Sangat Nyata

Uji BNT

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,05} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r}} \\
 &= 2,228 \sqrt{\frac{2 \times 20,170}{3}} \\
 &= 8,170
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT}_{0,01} &= t_{0,05} \sqrt{\frac{2 \times KTG}{r}} \\
 &= 3,169 \sqrt{\frac{2 \times 20,170}{3}} \\
 &= 11,621
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Nt	Selisih				BNT	
		D	C	B	A	5 %	1 %
D	93,941	-				8,170	11,621
C	85,666	8,275 ^{ns}	-				
A	48,500	45,441**	37,166**	-			
B	42,571	51,370**	43,695**	5,929 ^{ns}	-		

Lampiran 7. Perhitungan Efisiensi Peubah Konsentrasi Pb pada air Media Ugang Windu (*Penaemus monodon*) yang telah di Biotreatment Tiram

☞ Pada Hari 0 – 2

$$(A) \text{ Ep}_{0-2} = \frac{0,200 - 0,189}{0,200} \times 100\% = 5,500\%$$

$$(B) \text{ Ep}_{0-2} = \frac{0,700 - 0,585}{0,700} \times 100\% = 16,429\%$$

$$(C) \text{ Ep}_{0-2} = \frac{1,200 - 0,293}{1,200} \times 100\% = 75,583\%$$

$$(D) \text{ Ep}_{0-2} = \frac{1,700 - 0,245}{1,700} \times 100\% = 85,588\%$$

☞ Pada Hari 0 – 4

$$(A) \text{ Ep}_{0-4} = \frac{0,200 - 0,105}{0,200} \times 100\% = 47,500\%$$

$$(B) \text{ Ep}_{0-4} = \frac{0,700 - 0,585}{0,700} \times 100\% = 16,429\%$$

$$(C) \text{ Ep}_{0-4} = \frac{1,200 - 0,284}{1,200} \times 100\% = 76,333\%$$

$$(D) \text{ Ep}_{0-4} = \frac{1,700 - 0,230}{1,700} \times 100\% = 86,471\%$$

☞ Pada Hari 0 – 6

$$(A) \text{ Ep}_{0-6} = \frac{0,200 - 0,135}{0,200} \times 100\% = 32,500\%$$

$$(B) \text{ Ep}_{0-6} = \frac{0,700 - 0,483}{0,700} \times 100\% = 31,000\%$$

$$(C) Ep_{0.6} = \frac{1,200 - 0,232}{1,200} \times 100\% = 80,667\%$$

$$(D) Ep_{0.6} = \frac{1,700 - 0,184}{1,700} \times 100\% = 89,176\%$$

✎ Pada Hari 0-8

$$(A) Ep_{0.8} = \frac{0,200 - 0,103}{0,200} \times 100\% = 48,500\%$$

$$(B) Ep_{0.8} = \frac{0,700 - 0,402}{0,700} \times 100\% = 42,571\%$$

$$(C) Ep_{0.8} = \frac{1,200 - 0,172}{1,200} \times 100\% = 85,667\%$$

$$(D) Ep_{0.8} = \frac{1,700 - 0,103}{1,700} \times 100\% = 93,941\%$$

Tabel lampiran 8. Data panjang dan berat udang windu (*Penaeus monodon*) sebelum dan sesudah pemberian konsentrasi Pb yang telah melalui biotreatment tiram (Unit III).

Konsentrasi Pb (ppm)	Awal penelitian		Akhir penelitian	
	Panjang (cm)	Berat (gr)	Panjang (cm)	Berat (gr)
A (0,2)	1,3	0,003	1,20	0,002
B (0,7)	1,3	0,003	1,23	0,003
C (1,2)	1,3	0,003	1,03	0,002
D (1,7)	1,3	0,003	1,00	0,001

Tabel lampiran 9. Akumulasi Pb dalam tubuh udang windu pada pemberian konsentrasi Pb setelah melalui biotreatment tiram.(Unit III)

Konsentrasi Pb (ppm)	Setelah Melalui Biotreatment	
	Awal	Akhir
A (0,2)	0.014	0,002
B (0,7)	0.014	0,002
C (1,2)	0.014	0,005
D (1,7)	0.014	0,006

Tabel lampiran 10. Data Panjang, Berat, dan daya akumulasi Biotreatment Tiram (*Crasostrea sp.*) sebelum dan setelah diberikan perlakuan

Konsentrasi Pb (ppm)	Awal Penelitian			Akhir Penelitian		
	Panjang (cm)	Berat (gr)	Pb dalam Tubuh tiram (ppm)	Panjang (cm)	Berat (gr)	Pb dalam Tubuh tiram (ppm)
A (0,2)	5	20,2	0,059	5	20,2	0,066
B (0,7)	5	20,2	0,059	5	22,3	0,095
C (1,2)	5	20,2	0,059	4,5	20,3	0,111
D (1,7)	5	20,2	0,059	4,5	20,3	0,157

Tabel Lampiran 11. Logam Pb yang diserap dalam tubuh Tiram (*Crasostrea sp.*) dan Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Konsentrasi Pb (ppm)	Akumulasi Pb dalam tubuh (ppm)	
	Tiram	Udang
A (0,2)	0,007	0,012
B (0,7)	0,036	0,012
C (1,2)	0,052	0,009
D (1,7)	0,098	0,008

Tabel lampiran 12. Hasil Pengukuran Kualitas Air pada Air Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Biotreatment Tiram (*Crasostrea sp.*)

Kondisi	Kualitas air						Sumber
	Pengamatan			Optimal			
	O ₂ (ppm)	pH	Suhu (°C)	O ₂ (ppm)	pH	Suhu (°C)	
Unit I	5,08-6,92	7,30 - 7,95	26-27	4-6	7-8,5	26-30	Pribatman (2000)
Unit II	3,97-6,38	6,15-7,67	27-28				
Unit III	5,15-6,91	7,33-7,63	27-28				

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kendari tanggal 15 Januari 1983 dengan nama lengkap Eka Narvianty namun akrab di panggil Eka, sebagai anak pertama dari lima bersaudara. Anak dari bapak Drs. H. Kamran Hasan, SmHk dan Ibu Hj. Nasriah.

Mengawali jenjang pendidikan formal di TK Wulele Sanggula Kendari (1988-1989). SDN 5 Mandonga Kendari (1989-1994). SMPN 9 Kendari (1994-1997). SMUN 4 Kendari (1997-2000). Melalui jalur Maktrikulasi penulis berkesempatan melanjutkan pendidikan kejenjang lebih tinggi di Universitas Hasanuddin tepatnya pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Jurusan Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan.

Selama masa perkuliahan sebagai pengalaman akademik, penulis juga sempat menjadi asisten pada mata kuliah Fisiologi Hewan Air.