

EFEKTIFITAS TIRAM BAKAU (*Crassostrea sp.*) DALAM MEREDUKSI CU PADA AIR PEMELIHARAAN UDANG WINDU (*Panaeus monodon*)

THE MANGROVE OYSTER (Crassostrea sp) EFFECTIVENESS IN REDUCING CU IN THE POND WATER OF BLACK TIGER SHRIMP (Panaeus monodon)

Muhammad Iqbal Djawad dan Nova Bertha

¹ Laboratorium Fisiologi Hewan Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Jl.Perintis Kemerdekaan Km 10, Kampus Unhas Tamalanrea, Makassar 90245.
E-mail: iqbaldj@indosat.net.id

ABSTRACT

Study of the mangrove oyster (Crassostrea sp) to reduce heavy metal (Cu) concentration on shrimp pond water and the black tiger shrimp's (Panaeus monodon) body was conducted during ten days. Variable used in this research was the efficiency level of mangrove oyster as a treatment in the Cu contaminated waters to reduce the level of the Cu concentration. Survival and specific growth rate of shrimp were also observed and measured. Histological condition of the fish especially gills was also observed to determine the level of damage caused by Cu. The results showed that oysters (Crassostrea sp) were a proper type of organisms used as bio-treatment in reducing Cu not only in the shrimp pond water but also in the body of the shrimp. Oysters were able to reduce heavy metals Cu concentration up to 78% level to the normal level of heavy metal Cu for black tiger shrimp.

Keywords: Mangrove Oyster, Shrimp, Efficiency Level, Copper

ABSTRAK

Pengujian tiram bakau (Crassostrea sp) dalam mereduksi logam berat Cu pada air pemeliharaan serta badan udang windu (Panaeus monodon fabr) dilakukan selama 10 hari. Peubah yang diamati selama penelitian yaitu efisiensi peubah untuk mengetahui tingkat efisiensi dari penggunaan organisme tiram bakau sebagai treatment kondisi perairan yang buruk dimana tercemar logam berat Cu. Selain itu sintasan dan pertumbuhan udang windu juga diamati dan diukur. Kondisi histologis insang ikan juga diamati untuk mengetahui tingkat kerusakan yang disebabkan oleh Cu. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa tiram (Crassostrea sp) merupakan jenis organisme yang layak digunakan sebagai biotreatment dalam mereduksi logam pencemar khususnya logam tidak hanya di dalam kolam pemeliharaan tetapi juga di dalam tubuh udang. Tiram mampu menurunkan konsentrasi Cu sampai 78% ke level yang normal buat kehidupan udang windu.

Kata Kunci: Tiram bakau, udang windu, level efisiensi, Tembaga

I. PENDAHULUAN

Permintaan pasar terhadap salah satu komoditi andalan perikanan yang setiap waktunya bertambah ini, menyebabkan terjadinya suatu perubahan sistem budidaya udang windu (*Panaeus monodon*) dari sistem tradisional kepada sistem intensif agar dapat memenuhi setiap permintaan yang selalu meningkat.

Pemberian pakan secara intensif dan padat penebaran tinggi merupakan ciri khusus sistem budidaya intensif yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan nilai kualitas air akibat sisa endapan pakan yang tidak dikonsumsi oleh udang maupun feces udang itu sendiri. Kandungan bahan kimia yang terkandung dalam setiap gram pakan

yang tidak dikonsumsi dapat mencemari lingkungan perairan dan dapat berikatan dengan unsur kimia lainnya di dalam air yang dapat bersifat racun bagi udang sehingga dapat menyebabkan kematian udang windu (*Penaeus monodon* Fabr) (Buwono, 1993).

Organisme perairan mengakumulasi logam termasuk Cu dari makanan, air dan sedimen. Lavenstein *et al.* (2002) melaporkan bahwa akumulasi logam cenderung lebih tinggi apabila mereka hidup di muara dan perairan pantai, yang menerima masukan yang signifikan dari sumber-sumber alam, dan juga dari industri dan pertanian. Menilai kualitas lingkungan ini, kerang moluska (terutama *Mytilus* dan *Crassostrea*) telah digunakan di seluruh dunia sebagai sentinel spesies dalam program pemantauan polusi.

Keberadaan Cu di perairan atau di kolam pemeliharaan yang berikatan dengan unsur lainnya dapat bersifat racun (toksik) umumnya berasal dari daerah industri yang berada disekitar kolam pemeliharaan udang. Logam ini akan terserap oleh udang windu baik secara langsung maupun tak langsung dan terus menerus dan akan bertumpuk pada beberapa bagian organ tubuh udang windu sehingga dapat menyebabkan kerusakan organ tersebut dan pada dampak yang lebih buruk dapat menyebabkan kematian udang windu (*Penaeus monodon* Fabr) (Darmono, 1991).

Kondisi perairan yang buruk tetap dapat direhabilitasi dengan penggunaan berbagai organisme sebagai biofilter pada sistem resirkulasi air. Tiram (*Crassostrea* sp) dapat digunakan sebagai biofilter yang baik dalam upaya rehabilitasi perairan karena sifatnya yang mampu hidup pada kondisi perairan yang buruk dan cara hidupnya

yang bersifat filter feeder menyebabkan tiram dapat menyerap sebagian besar air dan kandungan-kandungan unsur di dalamnya (Suharyanto *et al.*, 1996).

Penggunaan tiram (*Crassostrea* sp) sebagai biofilter yang akan menyerap logam Cu di dalam perairan pada sebuah sistem resirkulasi air pada tambak sistem intensif pada akhirnya diharapkan dapat memperbaiki kondisi perairan yang buruk dan dapat mengurangi kematian udang windu (*Penaeus monodon*) yang diakibatkan kandungan logam Cu yang berlebih di dalam perairan dan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fabr). Hasil penelitian Espericueta *et al.* (2009) melaporkan penggunaan tiram (*Crassostrea corteziensis*) dalam penyerapan Cd, Cu, Pb dan Zn di tujuh pesisir pantai sepanjang New Mexico. Berdasarkan beberapa hasil penelitian di atas, dicoba untuk melakukan penelitian dalam skala kecil untuk mengetahui lebih lanjut hasil dan proses penyerapan Cu di dalam tiram dan udang windu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan tiram bakau (*Crassostrea* sp) dalam mereduksi logam berat Cu pada air media pemeliharaan udang windu (*Panaeus monodon*) dan hasilnya diharapkan dapat memperbaiki kualitas Air pada suatu sistem budidaya dengan memanfaatkan organisme Tiram bakau (*Crassostrea*) sebagai biotreatment pada sistem resirkulasi air.

II. BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Mini Hatchery dan Laboratorium Fisiologi Hewan Air Universitas Hasanuddin Makassar serta Balai Besar Teknologi Pertanian, Maros. Sulawesi Selatan. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tiram bakau (*Crassostrea*) dan post larva udang windu *Panaeus monodon* umur 14 hari. Udang windu diadaptasi sebelum melakukan

perlakuan di hatchery mini dan pengukuran kandungan Cu pada tiram dan udang windu dilakukan di laboratorium Fisiologi Hewan Air.

Pembuatan larutan Cu sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan dengan menggunakan bahan kimia proanalisis Tembaga sulfat (CuSO_4)₂. Pada perlakuan kontrol tidak ditambahkan kandungan Cu karena air laut yang digunakan telah mengandung logam Cu (0.06 ppm). Kemudian mengatur konsentrasi pada tiga perlakuan lainnya yaitu 0.12 ppm, 0.18 ppm, dan 0.24 ppm yang kemudian dimasukkan pada masing-masing fiber sesuai dengan yang telah ditentukan. Tiram bakau (*Crassostrea*) sebanyak 750 gr yang rata-rata terdiri dari 3 ekor ditempatkan pada masing-masing fiber dan dilakukan masa adaptasi selama 10 hari pada air media sebelum kemudian dialirkan pada baskom sebanyak 20 L dan mengukur kandungan Cu yang ada dalam air. Setelah itu udang windu (*Panaeus monodon* Fabr) PL 14 sebanyak kurang lebih 15 ekor ditempatkan pada baskom yang berisi air yang telah disiapkan. Langkah akhir yang dilakukan adalah pengukuran kandungan logam Cu yang terdapat pada Tiram, air media dan udang windu (*Panaeus monodon* Fabr). Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 10 hari sejak adaptasi pertama dilakukan.

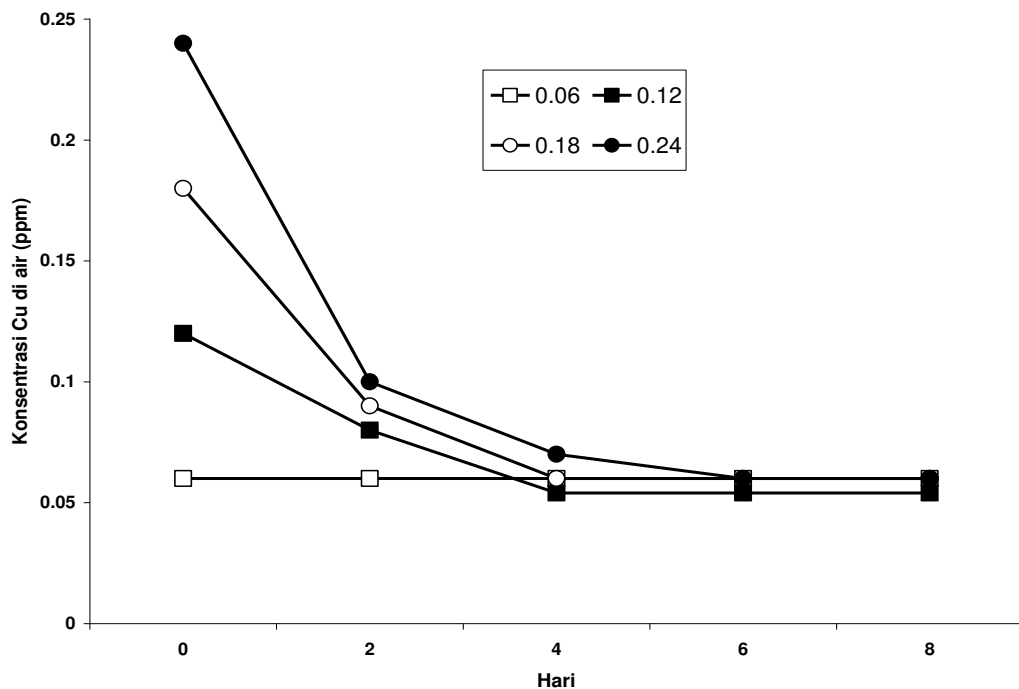
Peubah yang diamati selama penelitian yaitu efisiensi peubah untuk mengetahui tingkat efisiensi dari penggunaan organisme tiram bakau sebagai treatment kondisi perairan yang buruk dimana tercemar logam berat Cu. Selain itu sintasan dan pertumbuhan udang windu juga diamati dan diukur. Parameter kualitas air yang diamati selama penelitian berlangsung adalah

suhu, pH, Oksigen terlarut (DO), dan Amoniak dan diukur setiap 2 hari selama penelitian. Kondisi histologis insang ikan juga diamati untuk mengetahui tingkat kerusakan yang disebabkan oleh Cu dengan merujuk Suntoro (1993).

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan tiram bakau sebagai Biotreatment logam berat yang terdapat pada air media, dan juga untuk mengetahui jumlah kandungan logam berat yang terkandung di air media dan tubuh organisme maka dilakukan analisis ragam sesuai dengan petunjuk Gasperz (1991).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Cu pada air media pada awal hingga akhir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dimana setiap perlakuan memberikan nilai yang signifikan terhadap perubahan air media pemeliharaan. Pada grafik terlihat tingkat penurunan konsentrasi Cu pada air media selama penelitian, dimana penurunan konsentrasi terjadi pada semua perlakuan, yang berlangsung hingga hari ke empat. Nilai yang diperoleh pada awal penelitian hingga hari keempat penelitian berada pada kisaran 0.054-0.06 ppm. Hal ini diduga karena tiram merupakan organisme yang mampu menyerap setiap partikel yang terdapat pada badan air. Hal ini diperkuat dengan laporan Mangampa *et al.* (1999), Suharyanto *et al.* (1996), dan Mustafa *et al.* (2002) bahwa jenis bivalvia dari tiram, kerang bakau dan kerang hijau dapat mengakumulasi logam berat dari air sumber, menurunkan populasi bakteri dari sumber, mengurangi peningkatan bahan organik terlarut dan mengendalikan peledakan populasi plankton.

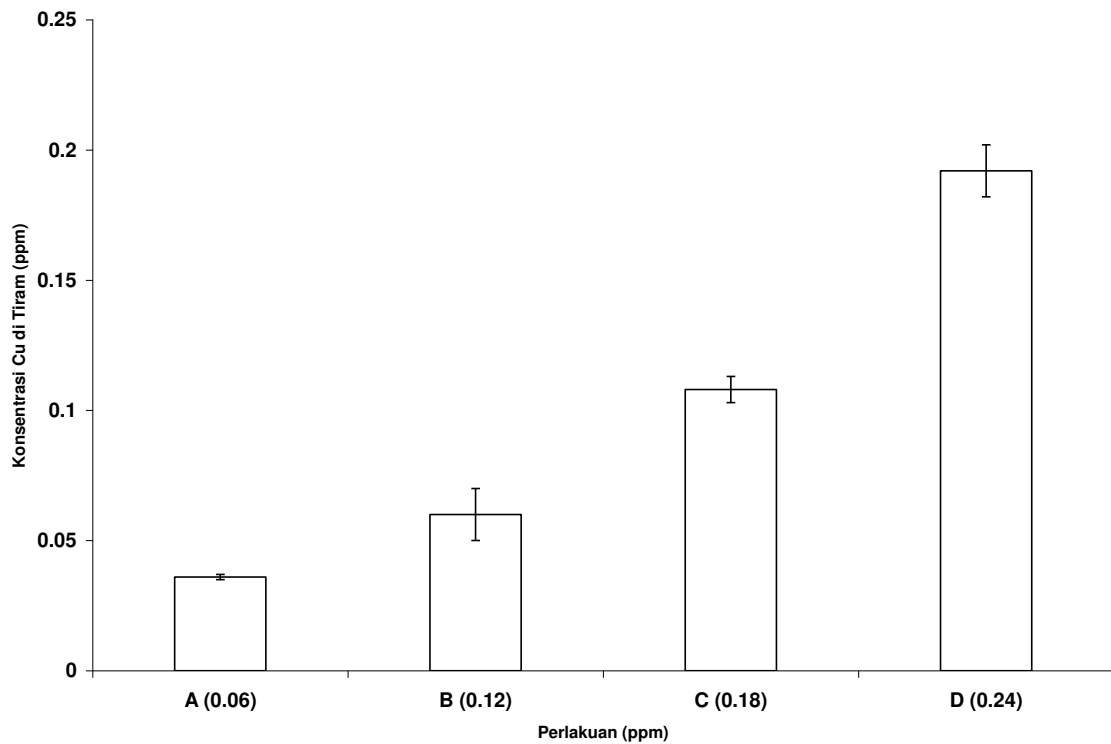


Gambar 1. Grafik Penurunan Konentration Cu pada air media setelah dilakukan perlakuan.

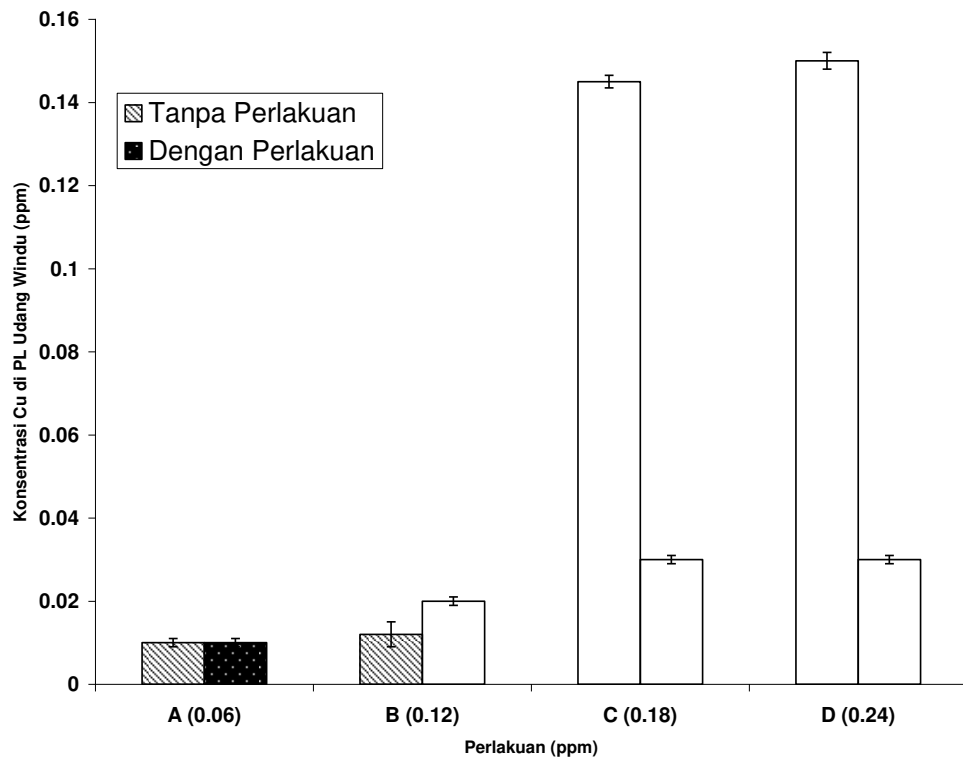
Rerata efisiensi pengubahan konsentrasi Cu pada air media, nilai efisiensi pengubahan yang paling besar diperoleh pada perlakuan 0.24 ppm, dimana efektifitas tiram dalam menurunkan konsentrasi Cu berada pada kisaran 0.059, dan nilai efisiensi yang terkecil berada pada perlakuan 0.06 ppm dengan nilai 0.056. Hal ini dapat terjadi karena tiram yang digunakan, memiliki ukuran yang berbeda-beda, sehingga kemampuan dalam menyaring air juga berbeda. Tompo (2007) menyatakan bahwa kemampuan tiram dalam memfilter air yang masuk ke dalam tubuhnya juga sangat dipengaruhi oleh ukuran organisme tersebut. Akumulasi logam berat Cu pada tiram bakau (*Crassostrea* sp) dapat dilihat pada gambar 2. Akumulasi logam berat Cu sangat tinggi, yang diduga akibat besarnya ukuran tiram, seperti yang diungkapkan oleh Muliani *et al.* (1997) bahwa tinggi daya serap tiram sangat dipengaruhi pula oleh bukaan cangkangnya saat penyerapan sangat tinggi, sehingga daya memompa air yang akan dikeluarkan juga semakin besar.

Logam berat yang masih terdapat pada badan perairan yang tidak direduksi oleh tiram bakau kemudian diserap dan masuk ke dalam tubuh udang windu (*Penaeus monodon*) melalui difusi baik melewati insang maupun kulit. Konsentrasi Cu yang berada di dalam tubuh udang windu seperti yang terlihat pada gambar 3. Pada gambar 3 terlihat bahwa udang uji pada di 0.24 ppm dengan tanpa perlakuan paling banyak mengakumulasi Cu dalam tubuhnya (0.15 ppm) sedangkan dengan perlakuan mengakumulasi sebanyak 0.03 ppm) dan udang uji pada 0.12 ppm dengan tanpa perlakuan mengakumulasi 0.012 ppm, sedangkan dengan perlakuan mengakumulasi 0.017 ppm. Hal ini mungkin terjadi karena besarnya akumulasi logam pada tubuh udang windu yang dipelihara pada air media yang tidak melalui perlakuan berada pada kisaran yang lebih tinggi dari yang dapat diakumulasi oleh udang pada media air yang telah diberi perlakuan.

Efektifitas Tiram Bakau (*Crassostrea Sp.*) Dalam Mereduksi Cu Pada Air Pemeliharaan Udang Windu (*Panaeus Monodon*)



Gambar 2. Rata-rata akumulasi Logam Berat Cu pada tiram bakau di akhir Penelitian. Bar menandakan simpangan deviasi



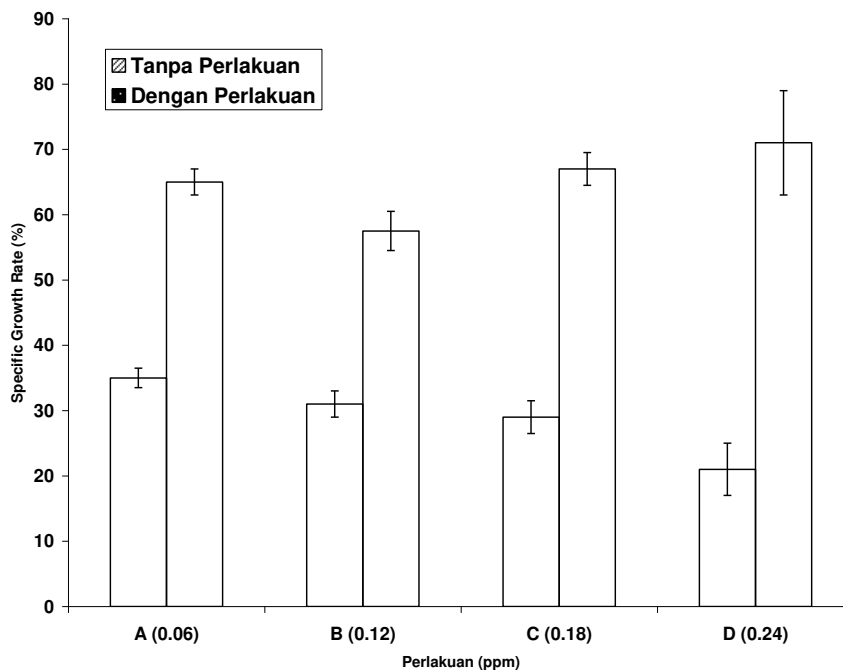
Gambar 3. Rata-rata akumulasi Logam Cu pada Udang windu (*P. monodon* Fabr) pada Perlakuan dan Tanpa Perlakuan

Persentase kelangsungan hidup udang windu (*P. monodon* Fabr) yang diperoleh selama penelitian memperlihatkan adanya perbedaan antara persentase kelangsungan hidup udang uji yang telah melalui perlakuan dan tanpa melalui perlakuan. Pada udang uji yang melalui tidak melalui perlakuan, persentase yang diperoleh berada pada kisaran nilai 40 % - 57.5 % atau lebih rendah dari persentase yang diperoleh pada udang uji melalui perlakuan yang berada pada kisaran nilai 75 % - 85%.

Salah satu peubah yang diukur adalah pertumbuhan udang windu (*Panaeus monodon* Fabr) yang dapat diketahui adalah melalui penambahan bobot tubuh (Tricahyo, 1995). Dari nilai penambahan bobot tubuh udang windu ini dapat dihitung laju pertumbuhan spesifik (LPS) yang selengkapnya disajikan pada Gambar 4. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) yaitu pertumbuhan berat setiap harinya dihitung dengan persamaan yang dikemukakan oleh Rabi and Carol (1997).

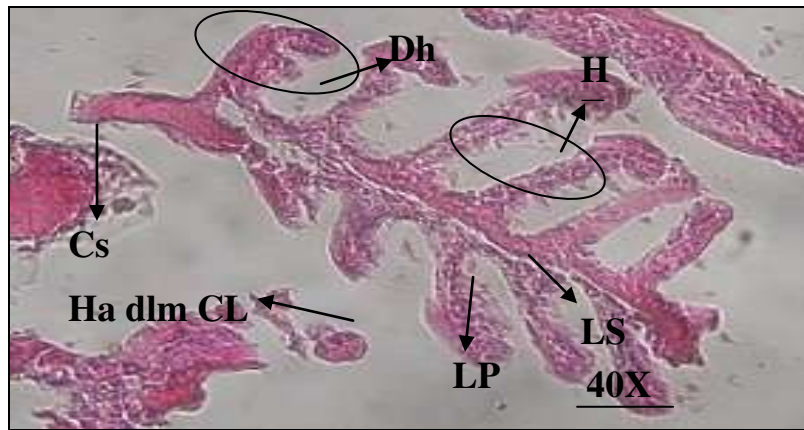
Laju pertumbuhan spesifik (LPS) udang uji yang telah melalui perlakuan air yang telah disaring dengan menggunakan tiram bakau, setelah dikonversi ke dalam satuan persentase adalah 63% pada 0.06 ppm, 55 % pada 0.12 ppm, 67 % pada 0.18 ppm dan 73 % pada perlakuan 0.24 ppm. Persentase pertumbuhan spesifik ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan persentase yang diperoleh pada udang uji yang tidak melalui perlakuan penyaringan terlebih dahulu, yang yaitu 35 %, 31 %, 29 %, dan 21 % pada 0.06 ppm, 0.12 ppm, 0.18 ppm dan 0.24 ppm berturut-turut.

Hasil pengamatan histologi insang udang uji pada gambar 5, 6 dan 7 memperlihatkan kerusakan yang paling banyak terdapat pada insang udang yang tidak melalui perlakuan. Pada Insang udang yang melalui treatment ukuran lamella sekunder maupun lamella primer masih dalam keadaan normal, namun telah memperlihatkan Fusion pada lamella sekunder yang dapat mengganggu sistem pernafasan pada udang. Terdapat pula Distal hyperplasia, dimana pembengkakan terjadi pada bagian atas lamella sekunder.

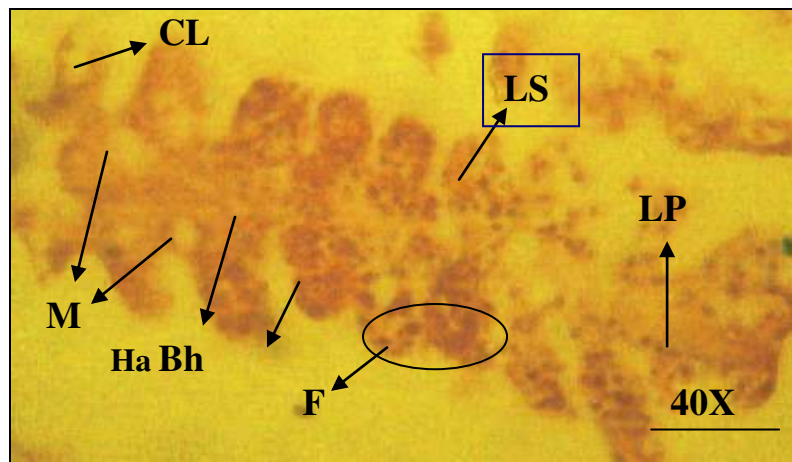


Gambar 4. Specific Growth Rate udang windu (*Panaeus monodon* Fabr) yang diperoleh pada udang uji yang tanpa dan melalui perlakuan.

Efektifitas Tiram Bakau (*Crassostrea Sp.*) Dalam Mereduksi Cu Pada Air Pemeliharaan Udang Windu (*Panaeus Monodon*)



Gambar 5. Insang dang windu pada 0.18 ppm yang telah melalui perlakuan. Dh = Distal Hyperplasia. H = Hypertrophy, Ls = Lamella sekunder, Lp = Lamella Primer, Ha dalam CL = Haemocyanin dalam Capiler Lumen. Cs = Cartilago support. H&E 40X



Gambar 6. Insang udang windu pada perlakuan 0.06 ppm tanpa melalui perlakuan. CL = Capillary Lumen, Ls = Lamella Sekunder, LP = Lamella Primer, F = Fusion, Bh = Bassal hyperplasia, M = Mucus, H & E 40 X

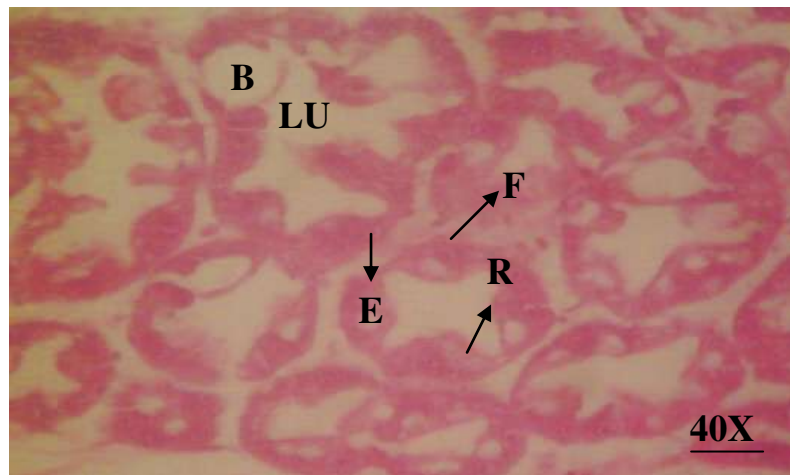
Hasil pengamatan pada insang udang tanpa melalui treatment pada konsentrasi 0.06 ppm memperlihatkan kerusakan insang yang sangat jelas, dimana pada lamella sekunder mengalami Fusion pada beberapa lamella (gambar 6). Sorensen (1991) menambahkan bahwa bereaksinya logam berat pada insang akan menghasilkan gumpalan lendir sehingga insang akan terselimuti gumpalan lendir dan akan sulit bernapas. Hal lain yang juga ditemui pada pengamatan insang udang uji ini

adalah adanya Fusion (penggabungan dua lamella sekunder) diduga sebagai penyebab terjadinya hyperplasia sehingga proses pernapasan semakin terganggu. Bassal hyperplasia yang ditemui pada insang udang uji mengakibatkan ukuran rongga (Capillary lumen) mengalami penyempitan dan sel yang berada di tengah lamella sekunder ke tepi lamella sekunder dan ada pula yang berkumpul pada ujung lamella sekunder. Hal ini disebabkan karena konsentrasi yang

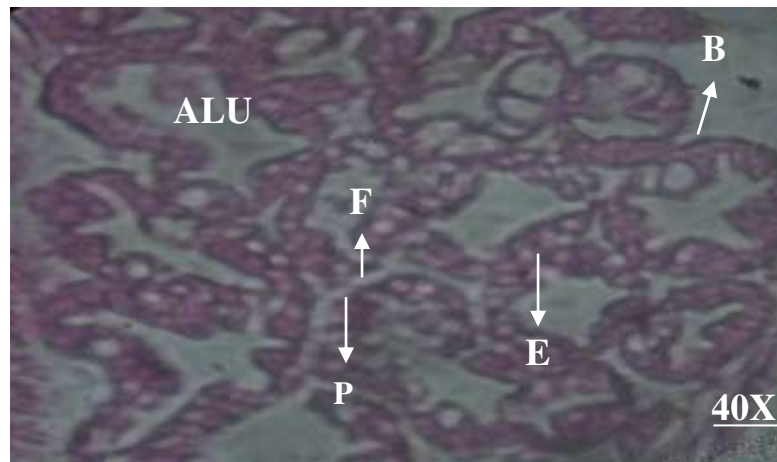
cukup besar sehingga sel mengalami pergeseran untuk mengalami respirasi.

Pada pengamatan hepatopankreas udang uji yang telah melalui perlakuan, kondisi hepatopankreas masih dalam keadaan normal, dimana B (blaszellen) – cells tetap berada pada sisi anterior tubules hepatopankreas, demikian pula dengan sel-sel lainnya, yaitu R (Restzellen)- cells, E (embrionic) – cell, F (Fibrillenzen) – cells, demikian

pula lumen masih dalam ukuran yang normal (Gambar 7). Hal ini membuktikan bahwa pengaruh perlakuan mempunyai peran penting dalam melindungi hepatopankreas dari logam. Bhavana *et al.* (2000) menambahkan bahwa hepatopankreas merupakan organ yang sangat peka terhadap peningkatan pestisida ataupun jenis bahan berabahaya lainnya.



Gambar 7. Hepatopancreas udang uji yang melalui perlakuan pada 0.06 ppm. B = B-Cells, F = F-Cells, E = E-Cells, R = R-Cells, Lu = Lumen, H & E, 40 X



Gambar 8. Hepatopancreas udang windu tanpa melalui perlakuan pada 0.24 ppm. ALU = Abnormal Lumen, B = B- cells, E =E- Cells, F = F – Cells, P = Poor Cells

Efektifitas Tiram Bakau (*Crassostrea Sp.*) Dalam Mereduksi Cu Pada Air
Pemeliharaan Udang Windu (*Panaeus Monodon*)

Gambar 8 menunjukkan kerusakan pada Abnormal lumen (ALU) yang merupakan salah satu ciri utama yang dapat terlihat ketika terjadi kerusakan hepatopankreas selain ciri lainnya. Takashima and Hibiya (1972) melaporkan bahwa hepatopankreas Yamame (*Oncorhynchus masou*) yang rusak akan berwarna kecoklat-coklatan serta ditemukan hepatopankreas mengalami banyak penyusutan dan penghancuran. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya penyusutan sel utamanya F – cell, dan E – cell tidak lagi berada pada tempatnya. Kondisi seperti ini diduga mengakibatkan hepatopankreas tidak dapat berfungsi normal dan mengakibatkan udang menjadi lemah dan akhirnya mengalami kematian (Takashima and Hibiya, 1995).

IV. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa

- Tiram bakau (*Crassostrea sp*) dapat mereduksi logam berat Cu pada air media pemeliharaan udang windu (*Panaeus monodon*) hingga 78% dan membuat kandungan Cu pada air media menjadi layak bagi kehidupan organisme udang windu.
- Kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan spesifik udang windu lebih baik pada air pemeliharaan yang telah diberi perlakuan dibandingkan dengan air pemeliharaan yang tidak melalui perlakuan.
- Hasil pengamatan insang dan hepatopankreas udang uji mengalami kerusakan udang yang tidak melalui perlakuan. Sedangkan pada udang yang

melalui perlakuan ukuran lamella sekunder maupun lamella primer serta hepatopankreas masih dalam keadaan normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhavana. P. Saravana, and P. Geraldine. 2000. Histopathology of Hapatopankreas and Gills Of The Prawn *Macrobrachium malscolmsonii* Exposed to Endosulfan. A Journal of Aquatic Toxicology. Departement of Animal Science, Barathidasan University. India. 331–339pp.
- Buwono. I.D. 1993. Tambak Udang Windu Sistem Pengelolaan Berpola Intensif. Yogyakarta. Penerbit Kanisius
- Clark. R. B. 1981. Marine Pollution (3rd Ed) Emeritus Professor of Zoology of New Castle Upon Tyne. Cl. Rendon Press. Oxford. 5–77pp.
- Darmono. 1991. Budidaya Udang *Panaeus*. Kanisius, Yogyakarta. 264 hal.
- Espericueta. M.G.F., Lo´pez. O.I, Vargas, I.B, Lo´pez. G.L, Rangel. M.D.M, Fierro.G. I, Carrasco. W.B, Guerrero. P.C.M, and Voltolina. D. 2009. Cadmium, Copper, Lead and Zinc Contents of the Mangrove Oyster, *Crassostrea corteziensis*, of Seven Coastal Lagoons of NW Mexico. *Bull Environ Contam Toxicol*. 83:595–599.
- Gasperz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. Armico. Bandung
- Lavenstein, G., A. Y. Cantillo, and T. O’Connor. 2002. The status and trends of trace element and organic contaminant in oysters, *Crassostrea virginica* in the waters of the Carolina USA. *Sci.Tot.Envi.*, 285:79-87.

- Mangampa. M, D.Suryanto, dan M. Tjaronge. 1999. Model pengembangan teknologi budidaya udang ramah lingkungan di tambak. Balai Penelitian Perikanan Pantai Maros, Maros. 4 hal.
- Muliani. M, Atmomarsono. M.I, Madeali. 1997. 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.
- Rabi. M. and M. Carol. 1997. Growth Curves And Specific Growth Rate of *Concholepas Concholepas* (Bruguière, 1789) (Gastropoda: Muricidae) in Culture Experiments. *Sci. Mar.*, 61 (Supl. 2):49-53
- Sorensen, E.M.B. 1991. Metal Polsoning in Fish Volume II. CRC Press Boca Ann Arbor, Boston. 376p.
- 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. 31-38 halaman.
- Suntoro, S.H. 1983. Metode Pewarnaan (Histologi dan Histokimia). Bharata Karya Aksara. Jakarta. 36 hal.
- Takashima, F and Hibiya, T. 1972. Hepatic tumor in Yamame, *Oncorhynchus masou* Ishikawae. A Preliminary report. Bull.of Japan Soc.of Sci.Fish. 38 (9):955-964.
- Takashima, F and Hibiya, T. 1995. An atlas of fish histology; normal and pathological features. Tokyo Kodansha Ltd
- Tompo, A. 2007. Pengaruh Konsentrasi Insektisida Sherpa 50 EC terhadap Mortalitas Hama Jembret (*Mesopodopsis* sp) dan Sintasan Udang Windu pada Wadah terkontrol. Prosiding Seminar Nasional Tahunan, Brawijaya Malang 2008.
- Tricahyo, E. 1995. Biologi dan Kultur Udang Windu (*Penaeus Monodon* Fab). Akademika Pressindo. Jakarta.128 hal.