

TOKSISITAS AKUT DAN UJI SUBKRONIK LOGAM BERAT Zn (ZINC) TERHADAP BENIH IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*, Lac)

SYAFRIADIMAN

Laboratorium Pengelolaan Kualitas Air Faperika UNRI

Diterima Tanggal : 29 Agustus 2006

Disetujui Tanggal : 21 November 2006

ABSTRACT

Acute toxicity and sub-chronic test of heavy metal Zn to fish of gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac) have been done from September 5th-November 20th 2006, in Laboratory of Water Quality Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University, Pekanbaru. This experiment aimed to determine the lethal and sub-chronic toxicities of the heavy metal Zn toxicant concentration to fish of the *Osphronemus gouramy*, Lac, which is an important freshwater culture fish species in Indonesia, especially in Riau. Result of the experiments indicated that heavy metal Zn concentrations have an effect on the mortalitas, daily growth rate and behavior of *Osphronemus gouramy*, Lac. LC₅₀ 96 value was 9,919 mg/L. And AF (Application factor) value is 0,01. Evaluation on the safe concentration level of the heavy metal Zn toxicant was based on the data obtained from subchronic tests (i.e. effects on the daily growth rate and fish behaviour). The estimate values of NOEC (No Observed Effect Concentration) for heavy metal Zn toxicant was 0,092 mg/L.

Key words: Toxicity, Cadmium, Sub-chronic, *Osphronemus gouramy*, Lac.

PENDAHULUAN

Belakangan ini usaha budidaya perikanan yang berada di sekitar lingkungan industri telah banyak mengalami kerugian, seperti di Malaysia bahwa pencemaran sisa buangan industri telah menyebabkan terjadinya kerugian besar terhadap usaha budidaya ikan, khususnya budidaya ikan dalam keramba, baik di sungai, muara maupun di perairan teluk (JAS, 1985). Kerugian ini terutama disebabkan oleh pencemaran logam berat akibat buangan limbah industri. Di antaranya, industri "electroplanting", "detergent", sepeda, keramik, "crum rubber", "ply wood", "pulp and paper" merupakan penghasil limbah logam berat Cu (tembaga), Cd (cadmium), Zn (zinc), Pb (timbal hitam), Cr (cromium), Ni (nikel), Fe (besi), Mn (mangan), Na (natrium) (Rakmi dan Salmijah, 1990; Hutagalung, 1991). Salah satu logam berat yang tergolong sangat toksik terhadap organisme adalah logam berat Zn (Ahsanullah dan Arnott, 1976; Syafriadiman, 1999).

Budidaya ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac) sangat pesat perkembangannya dan telah banyak dibudidayakan baik di dalam kolam maupun keramba. Ikan gurami ini sangat digemari oleh masyarakat dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, khususnya di Riau. Penelitian pengaruh logam berat Zn terhadap mortalitas dan laju pertumbuhan benih ikan gurami belum banyak dilakukan bahkan sangat sulit untuk memperoleh datanya. Jadi, penelitian toksisitas akut dan uji subkronik logam berat Zn terhadap benih ikan gurami penting untuk dilakukan, terutama untuk mengetahui nilai LC₅₀ 96 jam, batas aman, laju pertumbuhan harian dan NOEC (No Observation Effect Concentration) dari logam berat Zn terhadap organisme budidaya perikanan.

METODE PENELITIAN

Toksikan penelitian menggunakan ZnSO₄ 7H₂O (KgaA, 64271 Daimstad Germany). Organisme uji adalah benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac) berukuran

seragam dengan kisaran bobot 2,201-2,375 gram dan panjang bakunya 3,0-5,0 cm/ekor. Kualitas benih ikan uji diharapkan sama. Benih ikan uji di laboratorium diaklimatisasi selama 48 jam atau sampai kondisinya layak sebagai organisme uji. Wadah aklimatisasi menggunakan akuarium berukuran 60 cm x 30 cm x 36 cm, dan wadah uji berukuran 30 cm x 30 cm x 20 cm. Air untuk pelarut toksikan menggunakan air sumur bor yang disaring 2 kali penyaringan dengan penyaring berdiameter 5 μ dan 3 μ . Pelet buatan dengan kandungan protein 30% yang digunakan sebagai pakan ikan.

Sistem pendedahan dalam uji toksisitas akut menggunakan uji statis (*static toxicity test*), sedangkan toksisitas subkronik menggunakan uji semistatis (*semistatic toxicity test*) (Rand dan Petrocelli, 1985). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Sudjana, 1991). Uji toksisitas akut dilakukan dalam 18 wadah uji diisi dengan 10 ekor benih ikan gurami per 10 liter media uji (\pm 2 gram bobot ikan uji/L media uji) selama 96 jam. Sedangkan uji toksisitas subkronik dilakukan dalam 12 wadah uji juga diisi dengan 10 ekor benih ikan gurami per 10 liter media uji (\pm 2 gram bobot ikan uji/L media uji) selama 14 hari. Nilai-nilai konsentrasi untuk setiap perlakuan selama uji toksisitas akut menggunakan formula berikut:

$$P_n = B + (n - 1) \left[\frac{A - B}{N - 1} \right]$$

Dimana:

P_n = Perlakuan konsentrasi ke n (mg Zn/L)

B = Nilai konsentrasi ambang batas bawah (mg Zn/L)

A = Nilai konsentrasi ambang batas atas (mg Zn/L)

N = Banyaknya perlakuan konsentrasi yang diinginkan

n = 1, 2, 3, dan seterusnya, $n \neq 0$

Nilai-nilai konsentrasi untuk percobaan pertama dalam uji pendahuluan menggunakan konsentrasi yang disarankan oleh Rand dan Petrocelli (1985), yaitu 0,0; 0,10; 1,0; 10,0; 100,0; dan 1000,0 mg Zn/L. Lima perlakuan (P1, P2, P3, P4, dan

P5) dan satu uji kontrol (P0) yang digunakan dalam uji toksisitas akut. Nilai konsentrasi ambang batas atas (A) dan bawah (B) yang diperoleh selama uji pendahuluan adalah 13,589 mg Zn/L dan 4,529 mg Zn/L. Kemudian, tiga perlakuan (P1, P2, dan P3) dan satu uji kontrol (P0) yang digunakan untuk menentukan ketoksikan subkronik logam berat Zn, yaitu P1 : 0,01 x LC₅₀ 96 jam (toksikan konsentrasi ketoksikan rendah), P2 : 0,10 x LC₅₀ 96 jam (toksikan konsentrasi ketoksikan menengah), dan P3 : 1,00 x LC₅₀ 96 jam (toksikan konsentrasi ketoksikan agak tinggi) serta P0 : 0,000 x LC₅₀ 96 jam (kontrol).

Selama uji toksisitas sub kronik, organisme uji diberi makan dengan pelet sebanyak 4 kali dalam sehari yaitu pada pagi, siang, sore dan malam hari secara ad-libitum. Laju pertumbuhan harian benih ikan gurami dihitung dengan rumus yang disarankan oleh Zonneveld *et al.* (1991) yaitu:

$$a = \left[\sqrt[n]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right] \times 100 \%$$

Dimana :

a = Laju pertumbuhan harian (%)

W_t = Rata-rata berat akhir individu uji (gram)

W₀ = Rata-rata berat awal individu uji (gram)

t = Lama Pemeliharaan (hari)

Data laju pertumbuhan harian benih ikan gurami diolah secara statistik dengan Anava satu arah (Syafriadiaman, 2006) dan regresi linier dengan menggunakan software SPSS version 11. Nilai NOEC ditentukan dari konsentrasi-konsentrasi Zn yang tidak berdampak negatif terhadap nilai laju pertumbuhan harian benih ikan gurami. Mount dan Stephan (1967) menamakan ambang konsentrasi toksikan yang tidak berpengaruh nyata secara statistik terhadap perkembangan hidup organisme dinyatakan sebagai NOEC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Toksisitas Akut

Nilai LC_{50} 96 jam yang diperoleh berdasarkan konsentrasi-konsentrasi nominal dalam wadah-wadah percobaan dan tidak diverifikasi secara analisis kimia. Dengan adanya proses masuknya logam berat ke dalam tubuh organisme, pengendapan, penguapan, hidrolisis dan adsorbsi, maka nilai-nilai aktual konsentrasi tersebut mungkin lebih rendah. Nilai LC_{50} 96 jam logam berat Zn didapatkan 9,193 mg Zn/L. Nilai ini menunjukkan bahwa logam berat Zn pada konsentrasi 9,193 mg Zn/L dide dahkan terhadap benih ikan gurami atau masuk ke lingkungan perairan akan dapat menyebabkan kematian 50% benih ikan gurami selama 96 jam.

Kematian organisme uji akibat logam berat menurut Wardoyo (1975) disebabkan karena keracunan dan terjadinya reaksi logam berat dengan lendir insang yang menyebabkan terjadinya gumpalan lendir logam berat sehingga insang terselaputi dan mengakibatkan ikan mati. Kemudian Mailman (1980) menyatakan bahwa kematian organisme akibat logam berat dapat terjadi karena terjadinya reaksi kation logam berat dengan fraksi tertentu pada insang sehingga insang diselimuti gumpalan lendir logam berat. Proses masuknya logam berat ke dalam tubuh ikan dapat melalui makanan, respirasi dan adsorbsi melalui kulit (Awaluddin dan Mokhtar, 1996). Cotton dan Wilkinson (1989) menyatakan bahwa Zn merupakan logam putih mengkilap namun mudah ternodai dan mudah bereaksi dengan asam bukan pengoksidasi, melepaskan H_2 dan menghasilkan ion dwivalensi. Seng juga larut dalam basa kuat karena kemampuannya membentuk ion zinkat (ZnO_2^{2+}).

Penggunaan toksikan dan metode yang sama dengan penelitian ini Taylor *et al.* (1985) melaporkan nilai LC_{50} 96 jam logam berat Zn terhadap larva ikan mullet

(*Chelon labrosus*) lebih tinggi dari hasil yang didapat dalam penelitian ini, yaitu 21,50 mg Zn/L, dan sebaliknya terhadap larva ikan silverside (*Menidia menidia*) yang berumur 14 hari adalah lebih rendah dari hasil penelitian ini yaitu 4,96 mg Zn/L (EPA, 1987). Adanya perbedaan dalam hasil-hasil uji toksitas akut seperti yang dijelaskan disebabkan oleh berbagai faktor. Faktor utamanya adalah karena sensitivitas, jenis ikan, metode/cara yang dilakukan dalam uji toksitas, dan nilai-nilai parameter kualitas larutan uji yang berbeda. Hal ini jelas sangat diperlukan data toksikologi akuatik khususnya data toksikologi akuakultur untuk berbagai jenis logam berat dengan hasil-hasil percobaan yang dilakukan secara spesifik menurut iklim wilayah (beriklim dingin, sedang atau tropis).

Hasil Uji Toksisitas Subkronik

Pengaruh ketoksikan subkronik logam berat Zn terhadap laju pertumbuhan harian benih ikan gurami tercantum dalam Tabel 1. Laju pertumbuhan harian pada P0 (0,000 mg Zn/L) dan P1 (0,092 mg Zn/L) tidak menunjukkan perbedaan yang berarti ($p>0,05$), artinya konsentrasi ketoksikan subkronik yang rendah (P1) tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan harian. Keadaan yang sama juga dilaporkan oleh Koesumadinata dan Sutrisno (1997) bahwa nilai laju pertumbuhan harian benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) tinggi pada konsentrasi toksikan herbisida 2,4-D dimetil amina, isopropil glifosat dan butaklor herbisida yang berkonsentrasi rendah (aman) dan menunjukkan respon yang tinggi terhadap pakan yang diberikan. Efek ketoksikan logam berat di suatu lingkungan perairan dipengaruhi oleh beberapa parameter kualitas air, seperti pH, suhu, DO dan hardness (Erickson *et al.*, 1996).

Tabel 1. Pengaruh toksisitas subkronik logam berat Zn terhadap laju pertumbuhan harian benih ikan gurami (*Osteoglossomus gouramy, Lac*)

Konsentrasi Zn (mg/L)	Jumlah benih awal (ekor)	Bobot awal (Wo) (gram)	Bobot akhir (Wt) (gram)	Jumlah benih akhir (ekor)	Laju Pertumbuhan harian (%)
Kontrol (P0)	10,00	2,322	3,106	10,00	2,099 ^a
0,092 (P1)	10,00	2,222	2,971	10,00	2,099 ^a
0,919 (P2)	10,00	2,240	2,703	10,00	1,345 ^b
9,193 (P3)	10,00	2,250	2,171	3,67	-0,259 ^c

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan ada perbedaan antar perlakuan

Nilai laju pertumbuhan harian yang tinggi pada wadah P1 (0,092 mg/L) diduga disebabkan karena selama pengamatan terlihat respon benih ikan gurami terhadap makanan yang diberikan cukup baik bahkan respon ikan di wadah ini lebih tinggi berbanding pada wadah kontrol. Dalam jumlah kecil logam berat Zn dibutuhkan dalam proses metabolisme untuk pertumbuhan dan berkembangnya sel untuk tubuhnya, tetapi dalam jumlah yang berlebihan akan mengakibatkan toksik. Zn juga diperlukan dalam proses pengaktifan enzim hidrogenase (Ahsanullah dan Arnott, 1976). Keberadaan Zn cukup essensial bagi makhluk hidup yang terdapat bersama enzim di dalam ribosom dan berperan dalam proses pematangan seksual dan sistem reproduksi (Huhevy dalam Veronika, 2004). Menurut Devineau dan Triquet (1985) bahwa Zn tergolong logam diperlukan oleh organisme tetapi pada konsentrasi tinggi Zn amat toksik. Zn terlibat dalam sintesis asam ribonukleid (RNA) dan asam deoksiribonukleik (DNA). Logam Zn juga dapat mengurangi ketoksisan logam kadmium dan kuprum. Kekurangan Zn dapat menyebabkan penyakit kulit.

Rendahnya nilai laju pertumbuhan harian pada konsentrasi P3 (9,193 mg Zn/L) diduga disebabkan oleh ketoksisan subkronik logam berat Zn yang agak tinggi (P3) dapat menyebabkan ikan stress dan pakan yang diberikan kurang direspon sehingga ikan dalam wadah kelihatan

tampak kurus. Juga mungkin disebabkan oleh ketoksisan logam berat Zn yang mengakibatkan kurangnya nafsu makan ikan, dan terganggunya proses osmoregulasi dan respirasi organisme (Verriopoulos dan Hardouvelis, 1988).

Hasil pemeriksaan karakteristik fisika dan kimia air menunjukkan bahwa kualitas air selama uji toksisitas akut dan subkronik, berada dalam batas-batas normal bagi pemeliharaan ikan (Boyd, 1982). Kisaran nilai beberapa parameter kualitas air selama penelitian untuk suhu : 26-28 °C; pH : 6-7; CO₂ bebas : 3,99 - 99,88 mg/L; COD : 1,07- 74,65 mg/L; DO : 3,3-6,4 mg/L; dan NH₃-N : 0,000- 0,038 mg/L.

Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa nilai laju pertumbuhan harian benih ikan gurami yang tidak memberikan perbedaan ($p > 0,05$) dengan P0 (kontrol atau tanpa pemberian toksikan logam berat Zn) adalah P1 (0,092 mg Zn/L). Nilai NOEC penelitian ini adalah P1 dengan konsentrasi 0,092 mg Zn/L. Angka ini masih lebih rendah daripada kadar maksimal Zn yang diperbolehkan di perairan yaitu 3 mg /L (Menteri Kesehatan RI, 2002), dan masih berada dalam kisaran kadar Zn yang dilaporkan oleh Chainulfiffah *et al.* (1997) untuk perairan alami, yaitu 0,041-0,161 mg Zn/L.

Faktor aplikasi (*application factor = AF*) merupakan angka konstanta yang diperoleh dengan menggunakan rumus Mount dan Stephan (1967), Sparague (1971), Eaton (1973), Macek dan Sleight (1977), yaitu: $AF = \text{MATC}/\text{LC}_{50}$ 96 jam. $AF =$

$0,092/9,193 = 0,01$. Diperolehnya angka AF untuk toksikan logam berat Zn dalam penelitian ini, maka ambang konsentrasi yang aman bagi jenis-jenis ikan lainnya dapat ditentukan berdasarkan nilai LC_{50} 96 jam (Eaton, 1973). Misalnya nilai LC_{50} 96 jam logam berat Zn terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah 10,879 mg/L, maka ambang konsentrasi aman toksikan logam berat Zn terhadap ikan nila adalah $0,01 \times 10,879 \text{ mg/L} = 0,109 \text{ mg/L}$.

Mount dan Stephan (1967) juga melaporkan nilai AF yang lebih besar dari hasil penelitian ini, yaitu 0,05 untuk herbisida ester 2,4-D. Kedua peneliti menyatakan bahwa pada ambang konsentrasi toksikan herbisida $0,05 \times LC_{50}$ 96 jam, reproduksi dan pertumbuhan ikan tidak terganggu. Sedangkan dalam penelitian ini, ambang konsentrasi toksikan logam berat Zn adalah $0,01 \times LC_{50}$ 96 jam, menunjukkan bahwa laju pertumbuhan harian dan tingkahlaku benih ikan gurami adalah sama dengan ikan-ikan kontrol (pada $P_0 = 0 \text{ mg Zn/L}$).

Bila dihubungkan dengan yang disarankan oleh Lu (1991) bahwa konsentrasi dalam uji toksitas subkronik hendaknya dilakukan minimal 3 kelompok dosis dengan satu kontrol. Tiga kelompok dosis tersebut menurut Lu (1991), yaitu: (1) dosis yang cukup tinggi untuk menimbulkan tanda toksitas yang pasti tetapi tidak cukup tinggi untuk membunuh sebagian besar organisme uji, (2) dosis rendah yang diharapkan tidak akan memberikan efek toksik sama sekali, dan (3) dosis menengah. Maka hasil penelitian ini (ambang konsentrasi toksikan logam berat Zn $0,01 \times LC_{50}$ 96 jam) tergolong kepada dosis rendah (sama dengan pada kontrol) yang tidak memberikan efek toksik sama sekali terhadap laju pertumbuhan harian dan tingkahlaku benih ikan gurami.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji toksitas akut dan subkronik toksikan logam berat Zn

terhadap benih ikan gurami dapat disimpulkan sebagai berikut : Nilai LC_{50} 96 jam logam berat Zn terhadap benih ikan gurami selama uji toksitas akut adalah 9,193 mg Zn/L. Konsentrasi ketoksikan subkronik logam berat Zn berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan harian dan tingkahlaku benih ikan gurami. Ambang konsentrasi logam berat Zn yang aman (NOEC) adalah 0,092 mg Zn/L, dan nilai AF toksikan logam berat Zn adalah 0,01.

Hasil uji toksitas ini belum dapat memberikan informasi yang sempurna karena uji toksitas yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan metode statik untuk uji toksitas akut dan semi statik untuk uji toksitas subkronik. Untuk itu disarankan bahwa penggunaan metode uji toksitas akut dan subkronik ke depan diperlukan penggunaan metode "water flow" (air mengalir) agar dapat menambah informasi toksikologi akuakultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsanullah, M. and G. H. Arnott. 1976. Acut Toxicity of Copper, Cadmium and Zinc to Larvae of the Crab, *Paragrapuspus Quadridentatus*. (H. Milne Edwards) and Implication for Water Quality Criteria. Aust. J. Marfres. Res. 29 p. 1-5.
- Awaluddin, A.B. & Mokhtar, M.B. 1996. Toxicity studies of metals on postlarva of tiger prawns, *Penaeus monodon* : Towards achieving the safety criteria for seafood species in Malaysia/Southeast Asia. Oral paper presented at the ASEAN-Canada Cooperative Programme on Marine Science-II, Conference on ASEAN Marine Environmental Management, Sheraton Penang, 24-28 Jun 1996.
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management for Pod Fish. Auburn University. 4th Printing Internasional Centre for Aquaculture Experiment Station Auburn. 318 p.

- Chainulfisah, A.M, Hanifah, T.A dan Syahrul, J. 1997. Jurnal Penelitian Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Vol 3 No 2 Mei-Agustus. 171 hal.
- Cotton, A. F. Dan Wilkinson, G. 1989. Kimia Anorganik Dasar. Terjemahan Sahati S. dan Yanti, R. A. Universitas Riau Press. 663 hal.
- Devineau, J. & Triquet, C.A. 1985. Patterns of bioaccumulation of an essential trace element (zinc) and a pollutant metal (cadmium) in larvae of the prawn *Palaemon serratus*. *Marine Biology*, 86:139-143.
- Eaton, J.G. 1973. Recent Development in the use of Laboratory Bioassays to Determine Safe Levels of Toxicants for Fish. In *Bioassay Techniques and Environmental Chemistry*. Ann Arbor Science Publishers, Inc. Hal. 107-115.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1987. Ambient water quality criteria for zinc. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Environmental Research Laboratories, Duluth, Minnesota, Narragansett, Rhode Island. EPA/440/5-87-003.
- Erickson, R.J., Benoit, D.A., Mattson, V.R., Nelson Jr. H.P and Leonard, E.N. 1996. The Effect of Water Chemistry on the Toxicity of Copper to Fathead Minnows. *Environ. Toxicol. Chem.* 15(2):181-193.
- Hutagalung, H. P. 1991. Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Romimortarto. Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi, LIPI Jakarta. Hal 45-59.
- JAS (Jabatan Alam Sekitar). 1985. Water Quality Criteria and Standard for Malaysia: Criteria and Standards for In Organic Constituents and Radionuclides. Vol. 3: Part 1 and 2. University of Malaya. 47 hal.
- Koesumadinata, S dan Sutrisno. 1997. Penentuan Toksisitas Letal dan Ambang Konsentrasi Aman Herbisida 2,4-D Dimetil Amina, Isopropil Glifosat dan Butaklor Pada Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Jakarta. Vol. III: 2. hal 18-26.
- Lu, F.C. 1991. *Toxicology: Fundamentals, Target Organs, and risk assesment*. Hemisphere Publishing Corporation. Washington. hlm: 85-102.
- Macek, K.J. and B.H. Sleight. 1977. Utility of Toxicity Test with Embryos and Fry of Fish in Evaluating Hazard Associated with the Chronic Toxicity of Chemicals to Fishes. In *Aquatic Toxicology and Hazard Evaluation*, ASTM STP. 634. F.L. Mayer & J.L. Hamelink, Eds. American Society for Testing and Material. Hal. 137-146.
- Mailman, R.B. 1980. Heavy Metals. *Dalam* Guthrie, F.E. & Perry, J.J. (eds.). *Introduction to Environmental Toxicology*. Blackwell Publication, New York.
- Mardiana, B. 2006. Toksisitas Logam Berat Zn (Zinc) Dan Uji Subkronik Terhadap Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac). Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru. (tidak diterbitkan). 76 hal.
- Mount, D.I and C.E Stephan. 1967. A Method for establishing acceptable toxicant levels for fish-Melathion and the butoxy ethanol-ester of 2,4-D. *Trans. Am. Fish Soc* 96: 185-193.
- Rakmi dan Salmijah. 1990. Electroplating wastewater characteristics and minimisation. Presented at the Special Coordination Meeting of the Working Group on Environmental Biotechnology. 11-13 October, 1990. Serdang. 32 hal.