

BERKALA PERIKANAN TERUBUK

Akreditasi Nomor : 23a/DIKTI/Kep/2004

Volume. 37 No. 1

Februari 2009

- Pengaruh Penggunaan Crude Enzim Pyloric Caeca dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu Bekasam Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis*)
Syahrul, Dewita dan Ayu Diana 1-17
- Pola Penyerapan Kuning Telur dan Perkembangan Organogenesis Pada Stadia Awal Larva Ikan Senggaringan (*Mystus nigriceps*)
Taufik Budhi Pramono dan Sri Marnani 18 - 26
- Kinerja Koperasi Perikanan Pantai Madani Dari Sisi Keuangan (Kasus Koperasi Di Teluk Pambang, Bengkalis)
M. Ramli dan Nur'aini 27 - 37
- Biologi Reproduksi Ikan Belida (*Chitala lopis*) Di Sungai Tulang Bawang, Lampung
Limin Santoso 38 - 46
- Social Economic Perspectives Of Siak River Community
Firman Nugroho 47 - 57
- Pengaruh Kejutan Suhu Terhadap Masa Inkubasi dan Derajat Penetasan Telur Abalone (*Haliotis asinine*)
Syafruddin Nasution dan Rusdi Machrizal 58 - 67
- The Influence Of Injection Ovaprim By Different Dosage To Ovulation And Hatching Of Tambakan (*Helostoma temmincki* C.V)
Yurisman 68-85
- Analisis Usaha dan Potensi Pengembangan Keramba Jaring Apung Di Desa Sikakap Kabupaten Kepulauan Mentawai Sumatera Barat
Hendrik 86 - 92
- Toksistas Limbah Cair Minyak Bumi Terhadap Benih Kerapu Bebek (*Cromileptis altivelis*)
Syafridiman, Eryan Huri dan Sampe Harahap 93 - 102
- Meningkatkan Dayaguna Fasilitas Pangkalan Pendaratan Ikan Dumai Propinsi Riau
JonnyZain 103-111

Jurnal Penelitian	Volume. 37	No. 1	Halaman 1-111	Pekanbaru, Februari 2009	ISSN 126-4265
-------------------	------------	-------	---------------	--------------------------	---------------

Diterbitkan Oleh:

HIMPUNAN ALUMNI
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS RIAU

TOKSISITAS LIMBAH CAIR MINYAK BUMI TERHADAP BENIH KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*)

Syafriadiman¹⁾, Eryan Huri¹⁾ dan Sampe Harahap¹⁾

ABSTRACT

Acute toxicity and sub-acute test of heavy metal Cd (cadmium) to fish of cath-fish (*Cromileptes altivelis*) have been done from January 10th-March 20th 2009 in Laboratory of Water Quality Management, Faculty of Fisheries and Marine Science, Riau University, Pekanbaru. This experiment aimed to determine the lethal and sub-acute toxicities of the heavy metal Cd (cadmium) toxicant concentration to fish of the cath-fish, *Cromileptes altivelis*, which is an important of fish species freshwater culture in Indonesia, especially in Riau. Result of the experiments indicated that heavy metal Cd (cadmium) concentrations have an effect on to mortalitas, absolute weight growth, daily growth rate, survival rate and behavior of *Cromileptes altivelis*). LC₅₀ 96 value was 1,295 mg/L. And AF (Application factor) value is 0,01. Evaluation on the safe concentration level of the heavy metal Cd (cadmium) toxicant was based on the data obtained from subchronic tests (i.e. effects on the absolute weight growth, daily growth rate, survival rate and behaviour). The estimate values of NOEC (No Observed Effect Concentration) for heavy metal Cd (cadmium) toxicant was 0,013 mg/L.

Key words: Toxicity, Cadmium, Sub-acute, *Cromileptes altivelis*, Burchell.

PENDAHULUAN

Kandungan limbah cair minyak bumi terdiri dari unsur-unsur dan bahan kimia yang sangat berbahaya seperti H₂S mengandung 0,73 ppm, NH₃ 2,0 ppm, phenol 0,76 ppm, dan logam berat merupakan bahan-bahan toksik atau toksikan yang dapat membahayakan organisme, khususnya organisme perairan (Rand dan Petrocelli, 1985; Suhartoto, 2002; Syafriadiman, 1999; 2007). Ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) merupakan salah satu jenis ikan laut yang telah lama sebagai ikan konsumsi dan harganya cukup mahal, baik di dalam maupun di luar negeri seperti di negara-negara ASEAN, Hongkong, China, dan Jepang.

Oleh karena itu, kekhawatiran punahnya ikan kerapu bebek (*C. altivelis*) pasti bakal terjadi, tidak hanya disebabkan oleh penangkapan yang berlebihan juga akibat terjadinya pencemaran perairan laut di lingkungan habitat ikan kerapu bebek tersebut. Secara alami, ikan kerapu bebek ini dibudidayakan umumnya di wilayah pesisir, sementara buangan limbah minyak bumi sering dilakukan di sekitar lokasi yang berdekatan dengan wilayah pesisir. Untuk itu diperlukan pengetahuan tentang nilai konsentrasi aman toksikan limbah cair minyak bumi terhadap ikan kerapu bebek. Selanjutnya, juga perlu penentuan pertumbuhan benih ikan kerapu bebek dalam kisaran batas aman toksikan limbah cair minyak bumi. Pengetahuan-pengetahuan seperti ini sangat penting terutama untuk pengelolaan lingkungan

¹⁾ Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru

budidaya ikan kerapu dan sangat berguna untuk referensi dalam penetapan baku mutu limbah cair minyak bumi yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan perairan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Toksikan yang digunakan adalah limbah cair minyak bumi yang diperoleh dari tangki penampung terakhir limbah PT. PERTAMINA UP II Dumai. Organisme uji adalah benih ikan kerapu bebek berukuran seragam yaitu panjangnya berkisar di antara 1,0-2,0 cm/ekor yang diperoleh dari Balai Budidaya Laut Batam, Kepulauan Riau. Benih ikan uji di laboratorium diaklimatisasi (dalam suhu kamar) selama 48 jam atau sampai kondisinya layak sebagai organisme uji. Air pelarut toksikan menggunakan air laut yang telah disaring dengan saringan berdiameter 30 μ m dan diaerasi selama 48 jam. Pakan benih selama penelitian menggunakan pakan alami, yaitu *Clorella sp.* dan artemia.

Sistem pendedahan uji toksistas akut dilakukan secara statis selama 96 jam. Jumlah wadah yang digunakan adalah 18 unit yang terbuat dari kaca (Lampiran 1). Setiap wadah berisi 10 ekor benih ikan kerapu bebek/10 l larutan uji (1 ekor benih/l larutan uji). Sedangkan uji toksistas subkronik menggunakan 12 wadah uji dan setiap wadahnya juga berisi 10 ekor benih/10 liter larutan uji.

Sebelum uji toksistas akut dilakukan penelitian pendahuluan untuk penentuan nilai konsentrasi ambang batas atas dan bawah. Nilai-nilai konsentrasi selama 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 Cd/l. Lima perlakuan (P1, P2, P3, dan P4) dan satu uji kontrol (P0) yang digunakan selama uji toksistas akut. Nilai konsentrasi ambang batas atas (A) dan bawah (B) yang diperoleh selama uji pendahuluan adalah 2,266 mg Cd/l dan 1,000 mg Cd/l.

Penentuan nilai-nilai konsentrasi setiap perlakuan selama uji toksistas akut menggunakan formula berikut:

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

Dimana:

- P_n = Perlakuan konsentrasi ke n (mg Cd/l)
- B = Nilai konsentrasi ambang batas bawah (mg Cd/l)
- A = Nilai konsentrasi ambang batas atas (mg Cd/l)
- N = Banyaknya perlakuan konsentrasi yang diinginkan
- n = 1, 2, 3, dan seterusnya, n \neq 0

Sedangkan uji toksistas subkronik menggunakan uji semistatis (*semistatic toxicity test*) atau dilakukan pergantian larutan uji 2 hari sekali selama 20 hari percobaan. Kemudian, tiga perlakuan (P1, P2, dan P3) dan satu uji kontrol (P0) yang digunakan untuk menentukan ketoksikan subakut logam berat Cd, 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 toksistas subakut, organisme uji diberi makan dengan *Clorella sp.* dan artemia sebanyak 4 kali dalam sehari yaitu pada pagi, siang, sore dan malam hari. Laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek dihitung dengan rumus

yang disarankan oleh Zonneveld *et al.* (1991) yaitu:

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

Dimana :

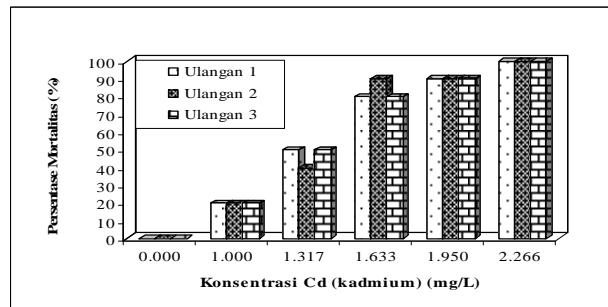
- a = Laju pertumbuhan harian (%)
- \bar{W}_t = Rata-rata berat akhir individu uji (gram)
- \bar{W}_o = Rata-rata berat awal individu uji (gram)
- t = Lama Pemeliharaan (hari)

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

1. Hasil Uji Toksisitas Akut

Mortalitas benih ikan kerapu bebek selama uji toksisitas akut logam berat Cd yang dilakukan selama 96 jam dicantumkan dalam Gambar 1. Persentase mortalitas paling tinggi pada konsentrasi 2,266 mg Cd/L dan paling rendah pada konsentrasi 0,000 mg Cd/L (kontrol). Proses terjadinya mortalitas benih ikan kerapu bebek selama 96 jam disebabkan oleh akibat masuknya toksikan logam berat Cd ke dalam tubuh benih ikan kerapu bebek sehingga daya tahan tubuhnya menurun dan akhirnya terjadi kematian. Selama pengamatan, proses terjadinya mortalitas kelihatan berawal dari perubahan tingkahlaku seperti dari gerakan normal menjadi gerakan tak menentu, tubuh membentuk garis vertikal dengan permukaan air, benih ikan jatuh ke dasar akuarium dan akhirnya ikan mati. Perubahan-perubahan tingkahlaku yang sama juga dilaporkan oleh Tamba (2001) untuk toksikan “crude oil” (minyak mentah).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Histogram mortalitas benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*, Burchell) selama uji toksisitas akut toksikan logam berat Cd (kadmium)

Nilai LC50 96 jam logam berat Cd adalah 1,295 mg Cd/L (Tabel 1). Ini berarti, logam berat Cd (kadmium) pada konsentrasi 1,295 mg Cd/L masuk ke lingkungan perairan tentu akan menyebabkan

kematian 50% benih ikan kerapu bebek selama 96 jam. Penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi 2,266 mg Cd/L (P5) memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap mortalitas benih ikan

kerapu bebek. Banyak sedikitnya toksikan masuk ke dalam tubuh organisme tergantung pada jenis toksikan, konsentrasi toksikan dan lamanya waktu kontaminasi (Rand dan Petrocelli, 1985; Syafridiman, 1999).

Perubahan keadaan organisme selama uji toksistas dapat dibedakan berdasarkan pergerakan dan perubahan secara morfologis, terutama pada ikan kontrol, ikan kelihatan agak sehat, bergerak lemah dan ikan mati. Perubahan keadaan dan tingkahlaku organisme pada pemaparan suatu toksikan dapat dibedakan secara morfologis dan anatomis (Duffus, 1980). Hasil pengamatan perubahan keadaan benih ikan kerapu bebek

(*Cromileptes altivelis*, Burchell) secara morfologis selama uji toksistas akut seperti dalam Tabel 2.

Tamba (2001) menyatakan bahwa pergerakan benih ikan kerapu bebek yang dipaparkan dengan toksikan "crude oil", yaitu: (1) ikan bergerak tidak menentu, (2) ikan bergerak vertikal untuk mengambil oksigen ke udara bebas tidak menentu, (3) ikan bergerak di dasar akuarium tanpa berdaya, (4) pergerakan ikan secara vertikal tidak menentu dan tampak tidak berdaya, (5) ikan bergerak dengan keadaan ekor di atas dan kepala ke bawah dengan posisi miring, dan (6) ikan melompat ke permukaan dan berusaha menembus permukaan minyak.

Tabel 1. Nilai LC₅₀ 96 jam logam berat Cd (kadmium) terhadap benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis* Burchell)

Lethal Concentration Logam Berat Cd (Kadmium)	Konsentrasi Pemaparan Logam Berat Cd (Kadmium) (mg/L)	Batas Kepercayaan 95%	
		Batas Bawah (mg/L)	Batas Atas (mg/L)
LC 1	0,685	0,476	0,812
LC 5	0,825	0,619	0,943
LC 10	0,912	0,713	1,023
LC 15	0,975	0,785	1,082
LC 50	1,295	1,167	1,400
LC 85	1,722	1,594	2,013
LC 90	1,841	1,694	2,229
LC 95	2,034	1,847	2,609
LC 99	2,452	2,161	3,553

Tabel 2. Perubahan keadaan benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*, Burchell) secara morfologis pada ikan kontrol, kelihatan agak sehat, bergerak lemah dan ikan mati selama uji toksistas akut

No	Pengamatan	Ikan kontrol	Kondisi ikan yang diberi perlakuan toksikan logam berat Cd (kadmium) selama uji toksistas akut		
			Agak sehat	Bergerak lemah	Ikan mati
1.	Tingkahlaku pergerakan ikan	Normal	Lambat dan responsif	Lambat dan kurang responsif	Tidak bergerak dan berada di dasar akuarium
2.	Bentuk badan				

	Sirip dada	Normal	Robek	Puntung	Puntung
	Sirip perut	Normal	Normal	Robek	Robek berat

	Sirip punggung	Normal	Robek	Robek	Robek berat
	Sirip anus	Normal	Normal	Puntung	Puntung
	Sirip anal	Normal	Robek	Puntung	Puntung
4.	Kulit	Normal	Terkikis dan transparan	Terkikis dan transparan	Terkikis dan transparan
5.	Insang	Normal	Rusak	Rusak	Rusak
6.	Sungut	Normal	Putih dan terkikis	Putih, terkikis dan puntung	Putih, terkikis dan puntung

2. Hasil Uji Toksistas Sub akut

Nilai laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*, Burchell) selama uji toksistas subakut dalam penelitian ini secara rinci disajikan dalam Tabel 3. Rata-rata laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek untuk P0 (0 mg Cd/L) adalah 6,484%, P1 (0,013 mg Cd/L) adalah 6,476%, P2 (0,130 mg Cd/L)

adalah 4,014%, dan P3 (1,295 mg Cd/L) sebesar -1,980%. Nilai laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek yang tinggi pada kontrol jelas disebabkan karena tidak adanya toksikan logam berat Cd. Respon benih ikan yang tinggi terhadap makanan yang diberikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian.

Tabel 3. Laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*, Burchell) selama uji toksistas subakut

Ulangan	Laju Pertumbuhan Harian Benih Ikan kerapu bebek (%)			
	P0	P1	P2	P3
	(0 mg Cd/L)	(0,013 mg Cd/L)	(0,130 mg Cd/L)	(1,295 mg Cd/L)
1	5,978	5,982	4,061	-0,022
2	6,482	6,469	4,192	-2,876
3	6,991	6,978	3,787	-3,043
Jumlah	19,452	19,429	12,041	-5,941
Rata-rata	6,484 ^a	6,476 ^a	4,014 ^b	-1,980 ^c

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

Laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek selama uji toksistas subakut adalah berbeda-beda menurut konsentrasi toksikan yang diperlakukan. Laju pertumbuhan harian pada P0 (0,000 mg Cd/L) dengan P1 (0,013 mg Cd/L) tidak berbeda ($p > 0,05$) (Tabel 3). Artinya konsentrasi ketoksikan toksikan yang rendah (P1) tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan harian. Ini disebabkan karena secara visual sewaktu pengamatan terlihat bahwa respon ikan terhadap pakan lebih tinggi dari

benih ikan yang ada pada P2 (0,130 mg Cd/L) dan P3 (1,295 mg Cd/L). Hal yang sama juga dilaporkan oleh Koesumadinata dan Sutrisno (1997) bahwa nilai laju pertumbuhan harian benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah tinggi pada konsentrasi toksikan herbisida 2,4-D dimetil amina, isopropil glifosat dan butaklor herbisida yang berkonsentrasi rendah (aman) dan respon ikan terhadap pakan yang diberikan adalah lebih tinggi dari toksikan yang berkonsentrasi yang tinggi.

Rendahnya nilai laju pertumbuhan harian pada konsentrasi P3 (1,295 mg Cd/L) disebabkan oleh ketoksikan toksikan logam berat Cd (kadmium) yang agak tinggi (P3) dapat menyebabkan ikan stress dan pakan yang diberikan tidak direspon bahkan tidak dimakan oleh ikan sehingga benih-benih ikan dalam wadah tampak kurus. Perubahan tingkah laku benih ikan kerapu bebek selama uji toksistas subakut pada

setiap perlakuan adalah berbeda-beda menurut perbedaan konsentrasi toksikan logam berat Cd. Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan secara deskriptif perubahan tingkahlaku pada P0 (0,000 mg Cd/L) tanpa toksikan, P1 (0,013 mg Cd/L) ketoksikan rendah, P2 (0,130 mg Cd/L) ketoksikan sedang dan P3 (1,295 mg Cd/L) ketoksikan agak tinggi adalah dalam Tabel 4.

Tabel 4. Deskriptif perubahan tingkah laku dan keadaan morfologi benih ikan kerapu bebek pada uji toksistas subakut

Kondisi ikan	Tingkah laku benih ikan kerapu bebek
Normal pada P0 (0,000 mg Cd/L) P1 (0,013 mg Cd/L)	Pergerakan benih ikan aktif, lincah dan seimbang
	Responsif terhadap pakan yang diberikan, dan juga responsif terhadap ransangan luar
	Sirip bagus (tidak ada yang rusak dan puntung)
	Bukaan mulut dan operkulum tampak normal dan teratur
	Insang berwarna merah
Subakut pada P2 (0,130 mg Cd/L) P3 (1,295 mg Cd/L)	Pergerakan ikan sekali-sekali berenang ke permukaan, kadang-kadang pergerakannya tidak seimbang, tidak tentu arah, berputar-putar dan menabrak dinding akuarium
	Kurang responsif walaupun beberapa ekor responsif terhadap pakan dan ransangan dari luar. Beberapa ekor ikan terkadang ketika ikan diam posisi perut kelihatan ke atas (hilang keseimbangan)
	Sirip kelihatan pucat dan ada yang terkikis berwarna agak kemerahan
	Bukaan mulut dan operkulum bergerak agak cepat dan ada yang sangat cepat
	Insang kelihatan pucat dan berwarna agak keputihan
Mati pada P2 (0,130 mg Cd/L) P3 (1,295 mg Cd/L)	Tidak bergerak
	Tidak lagi responsif
	Sirip puntung, terutama sirip caudalis
	Mulut ada terbuka dan lebih banyak mulut tertutup, sedangkan operkulum tidak bergerak lagi
	Umumnya insang pucat dan berwarna agak keputihan

Pada kondisi normal ikan bergerak aktif, lincah dan seimbang bersifat responsif terhadap pakan yang diberikan dan ransangan dari luar. Siripnya bagus (tidak ada yang rusak, terkikis dan puntung). Bukaan mulut dan operkulum di dalam akuarium tampak normal dan teratur. Insang ikan umumnya berwarna merah. Ciri-ciri tingkahlaku dan keadaan morfologis yang ditemukan dalam perlakuan P0 (0,000 mg Cd/L)

tanpa toksikan adalah hampir sama dengan P1 (0,013 mg Cd/L) ketoksikan rendah. Hal yang sama juga ditemukan oleh Tamba (2001) terhadap jenis ikan yang sama dan toksikan yang berbeda dengan penelitian ini, yaitu benih ikan kerapu bebek dengan toksikan "crude oil". Keadaan morfologis yang sama juga ditemukan oleh Mardiana (2001) untuk jenis ikan dan toksikan yang berbeda dengan

penelitian ini, yaitu benih ikan gurami (*Ospbronomus gouramy*, Lac) dengan toksikan logam berat Zn (seng).

Kondisi benih ikan kerapu bebek subakut pada perlakuan P2 (0,130 mg Cd/L) dan P3 (1,295 mg Cd/L) adalah berbeda selama uji toksistas subakut, dimana pergerakan ikan sekali-sekali berenang ke permukaan, kadang-kadang pergerakannya tidak seimbang, tidak tentu arah, berputar-putar dan menabrak dinding akuarium. Benih ikan umumnya kurang responsif terhadap pakan dan ransangan yang diberikan dari luar. Sirip benih ikan pucat ada yang terkikis dan berwarna agak kemerahan. Bukaannya mulut dan operkulumnya bergerak agak cepat dan ada yang sangat cepat. Insang benih ikan kerapu bebek kelihatan pucat dan berwarna agak keputihan.

Kondisi ikan mati pada perlakuan P2 (0,130 mg Cd/L) dan P3 (1,295 mg Cd/L) tampak tidak bergerak, tidak lagi responsif, sirip puntung, terutama sirip caudalis. Mulut ikan mati kelihatan ada yang terbuka tetapi umumnya mulut tertutup, sedangkan operkulumnya tidak bergerak lagi. Kemudian insangnya pucat dan berwarna agak keputihan.

Hasil pemeriksaan karakteristik fisika dan kimia air menunjukkan bahwa kualitas air selama uji toksistas akut dan subakut, 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 : 3,3 - 94,64 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.

Nilai laju pertumbuhan harian benih ikan kerapu bebek yang tidak memberikan perbedaan ($p > 0,05$) dengan P0 (kontrol atau tanpa pemberian toksikan logam berat Cd) adalah P1 (0,013 mg Cd/L). Menurut Mount dan Stephan (1967) nilai NOEC logam berat Cd adalah P1 (0,013 mg Cd/L). Nilai NOEC yang didapati dalam penelitian ini menurut Mount dan Stephan (1967) merupakan konsentrasi maksimum yang dapat diizinkan atau MATC (Maximum Allowable Toxicant Concentration). MATC merupakan ambang konsentrasi toksikan (pollutant) maksimum yang diizinkan dan aman bagi perkembangan hidup ikan. MATC juga merupakan konsentrasi toksikan tertinggi dalam uji toksistas kronis (sublethal, subkronik atau subakut) yang tidak menunjukkan perbedaan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap organisme uji, atau NOEC dan konsentrasi terendah dalam uji toksistas tersebut yang memberikan pengaruh nyata secara statistik atau LOEC (*Lowest Observed Effect Concentration*).

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: $AF = MATC/LC_{50}$ 96 jam. $AF = 0,013/1,259 = 0,001$. Dengan diperolehnya angka AF untuk toksikan logam berat Cd (kadmium) dalam penelitian ini, maka ambang konsentrasi yang aman untuk jenis-jenis ikan lainnya dapat ditentukan berdasarkan nilai LC₅₀ 96 jam (Eaton, 1973). Misalnya hasil uji toksistas akut logam berat Cd (kadmium) terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah 1,879

mg/L, maka ambang konsentrasi aman toksikan logam berat Cd (kadmium) terhadap ikan nila adalah $0,01 \times 1,879 \text{ mg/L} = 0,019 \text{ mg/L}$.

Bila dihubungkan dengan yang disarankan oleh Lu (1991) bahwa konsentrasi dalam uji toksistas subakut 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 toksistas 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 Cd $0,01 \times LC_{50}$ 96 jam) tergolong kepada dosis rendah (sama dengan pada kontrol) yang tidak memberikan efek toksik sama sekali terhadap laju pertumbuhan harian, kelulushidupan dan tingkahlaku benih ikan lele.

Prosedur penentuan ambang konsentrasi yang aman terhadap pertumbuhan ikan seperti yang dilakukan dalam penelitian ini akan menghasilkan data toksikologi yang mendukung pemantauan data residu dan manajemen serta merancang budidaya perikanan di suatu perairan, khususnya di suatu perairan yang berhampiran dengan industri-industri penghasil limbah toksikan logam berat, khususnya logam berat Cd (kadmium).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil uji toksistas akut dan subakut logam berat Cd (kadmium) terhadap benih ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*, Burchell) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Selama uji toksistas akut, konsentrasi toksikan logam berat Cd sangat berpengaruh ($p < 0,01$) terhadap mortalitas benih ikan kerapu bebek.
2. Nilai LC_{50} 96 jam dan Batas Aman Biologi (*Biological Safety Level*) toksikan logam berat Cd (kadmium) terhadap benih ikan kerapu bebek selama uji toksistas akut, berturut-turut adalah 1,295 mg Cd/L dan 0,013 mg Cd/L
3. Selama uji toksistas subakut, konsentrasi toksikan logam berat Cd berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan harian dan tingkahlaku benih ikan lele.
4. Ambang konsentrasi toksikan logam berat Cd yang aman (NOEC) yang diperoleh dari hasil uji toksistas subakut adalah 0,013 mg Cd/L, dan nilai AF toksikan logam berat Cd adalah 0,01.

Hasil uji toksistas ini belum dapat memberikan informasi yang sempurna karena uji toksistas yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode statik untuk uji toksistas akut dan semi statik untuk uji toksistas subakut. Untuk itu disarankan kepada para peneliti selanjutnya, penggunaan metode uji toksistas akut dan subakut atau subakut ke depan diperlukan penggunaan metode "water flow" (air mengalir) agar dapat menambah informasi toksikologi akuakultur.

Ucapan Terima Kasih:

Terima kasih banyak diucapkan kepada PT. Riau Crumb Rubber Industry yang telah memberikan bantuan sebahagian dana dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada Bapak Rustam (Awat) dan Aliong.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsanullah, M. and G. H. Arnott. 1976. Acute Toxicity of Copper, Cadmium and Zinc to Larvae of the Crab, *Paragrapsus Quadridentatus*. (H. Milne Edwards) and Implication for Water Quality Criteria. Aust. J. Marfres. Res. 29 p.1-5.
- Babji, A.S., Embong, M.S. and Woon, W.W. 1983. Heavy Metal Contents in Coastal Water Fishes of West Malaysia. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 23: 830-836.
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management for Pod Fish. Auburn University. 4th Printing Internasional Centre for Aquaculture Experiment Station Auburn. 318 p.
- Dinas Kesehatan Pemko Pekanbaru. 2006. Hasil Pemeriksaan Air Minum/Air Bersih Depot Air Minum Embun Jati. Dinas Kesehatan Pemko Pekanbaru. 25 Juli 2006. 1 hal.
- Duffus, J. H. 1980. Environment Toxicology. Edward Arnold. London. 405 hal.
- 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.
- 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.
- Kamrin, M.A. 1997. Pesticide Profiles: Toxicity, Environmental Impact, and Fate. Lewis Publishers (Boca Raton, FL). Accessed March 23, 2007 at <http://animaldiversity.org>.
- Khan, A.T. 1990. Heavy metal content of industrial disposal water in Malaysia. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 23:830-836.
- Khan, A.T. 1990. Heavy metal content of industrial disposal water in Malaysia. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 23:830-836.
- Koesumadinata, S dan Sutrisno. 1997. Penentuan Toksistas 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. Toksistas Logam Berat Zn (Zinc) Dan Uji Subkronik Terhadap Benih Ikan Gurami (*Ospbronemus 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.
- Rand. G. M. and Petrocelli, S.R. 1985. Fundamental of Aquatic Toxicology. Methods and Aplication. Washington: Hemisphere Publishing Co.
- Sprague, J. B. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish. II. Utilizing and applying bioassay results. *Water. Res.*, 4:3-32.
- Syafriadiman. 1999. Kajian Biologi, Toksikologi dan Pengkulturan Tiram *Crassotrea iredalei*. Thesis Doktor Falsafah (Ph.D) pada Jabatan Marine Science, Faculti Sains dan Sumber alam, UK. Malaysia. Pusat Pengkajian Siswazah, UK. Malaysia.
- Syafriadiman. 2006. Teknik Pengolahan Data Statistik. mm Press, CV Mina Mandiri, Pekanbaru. 270 hal.
- Tamba, A. 2001. Patologi Ikan Kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*, Burchell) Akibat Kandungan Berbagai Konsentrasi Minyak Mentah (Crude oil). Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. 86 hal (tidak diterbitkan).
- Zonneveld, N., E. A, Huisman, J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. Gramedia. Jakarta. 318 hal.