

Bioakumulasi Kadmium Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Dengan Aplikasi Perunut Radioaktif

Yusni Ikhwan Siregar

Pasca Sarjana Ilmu Lingkungan Universitas Riau, Pekanbaru, Riau

ABSTRACT

Bioaccumulation of Cadmium on Green Mussel (*Perna viridis*) Using Radiotracer. A laboratory experiment on the accumulation of Cadmium (Cd) by green mussel (*Perna viridis*) has been conducted. Radiotracer ^{109}Cd was applied in the study. The research aimed at evaluating the effect of salinity, temperature and size on uptake of radiotracer ^{109}Cd by green mussel (*Perna viridis*) from dissolved phase. It was found that both salinity and temperature had significant effect ($P < 0.001$) on accumulation rate of ^{109}Cd . The highest concentration factor of Cd (31,23-54,09) was appeared in water salinity of 29‰ and of water temperature 30°C. At the steady state condition green mussel accumulated 72,21-107,80 Bq/gr Cd. It revealed that the small *Perna viridis* (5.2 cm in length) accumulated ^{109}Cd about 107,80 Bq/gr, whereas the bigger size of *Perna viridis* (6.6 cm in length) had an uptake of about 72,21 Bq/gr.

Key words : Bioaccumulation, radiotracer Cd, *Perna viridis*

Kata kunci : Bioakumulasi, Perunut radioaktif, Cd, *Perna viridis*

PENDAHULUAN

Kadmium (Cd) adalah salah satu logam berat dengan penyebaran yang luas di ekosistem akuatik. Di alam Cd bersenyawa dengan Belerang (S) sebagai *greenocckite* (CdS) yang ditemui bersamaan dengan senyawa spalerite (ZnS). Kadmium merupakan logam lunak (ductile) berwarna putih perak dan mudah teroksidasi oleh udara bebas dan gas Amonia (NH_3) (Saeni 1997). Cd akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam berbagai tingkatan organisme hidup. Dalam biota perairan jumlah logam berat yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) karena tidak dapat didegradasi oleh mikroorga-

nisme. Pada gilirannya pada rantai makanan, tertinggi termasuk manusia, Cd terakumulasi pada taraf yang tinggi yang bisa menimbulkan rasa sakit, panas pada bagian dada, penyakit paru-paru akut dan menimbulkan kematian.

Perubahan sifat fisika air laut seperti suhu dan salinitas akan mempengaruhi biota laut (kerang hijau) dalam mengakumulasi kadmium dari lingkungannya. Dari berbagai penelitian (Morton 1987, Blackmore & Wang. 2002) dinyatakan bahwa kenaikan suhu, penurunan pH dan salinitas perairan dapat menyebabkan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Wright *dalam* Blackmore & Wang (2002) menambahkan bahwa banyak eksperimen menunjukkan pertambahan pengambilan *radiotracer*

oleh berbagai biota laut terjadi ketika menurunnya salinitas.

Pengukuran biokinetik dalam waktu panjang dengan menggunakan biota dalam jumlah terbatas serta mekanisme transfer kontaminan dalam berbagai kompartemen tubuh organisme sangat sulit dilakukan dengan teknik konvensional. Aplikasi teknik nuklir untuk menentukan kemampuan akumulasi polutan pada biota laut telah mulai dikembangkan di Indonesia, bahkan di luar negeri sudah dikembangkan sejak dahulu (Suseno2004a). Menggunakan polutan yang berlabel radioisotop (misal ^{109}Cd , ^{210}Pb dan sebagainya), dapat dilakukan percobaan dengan biota dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan teknik konvensional.

Penelitian ini bertujuan mempelajari proses pengambilan perunut ^{109}Cd dari fase terlarut oleh kerang hijau yang berbeda ukuran pada salinitas dan temperatur berbeda, sedangkan manfaat yang didapat yaitu informasi mengenai kemampuan akumulasi kerang hijau (*Perna viridis*) terhadap logam berat akibat fluktuasi salinitas dan suhu.

BAHAN DAN CARA KERJA

Hewan uji *Perna viridis* dikumpulkan dari Perairan Teluk Jakarta dengan teknik penyelaman tradisional. Untuk menghilangkan stress, hewan uji diaklimatisasikan selama seminggu di laboratorium. dan diberi pakan *Chlorella* sp. dua kali sehari.

Organisme dipisahkan menurut kelompok ukuran (5,2; 5,5 dan 6,6 cm) dan kemudian dibersihkan dari organisme

lain yang menempel. Metoda yang digunakan yaitu metoda eksperimen dengan rancangan percobaan faktorial. Kombinasi taraf perlakuan eksperimen terdiri dari S_1-T_1 (salinitas 29‰ dengan suhu 28°C), S_1-T_2 (salinitas 29‰ dengan suhu 30°C), S_2-T_1 (salinitas 31‰ dengan suhu 28°C) dan S_2-T_2 (salinitas 31‰ dengan suhu 30°C).

Pengamatan pengambilan ^{109}Cd dari fase terlarut dilakukan dengan meletakkan *Perna viridis* ke dalam empat aquarium, sesuai kombinasi taraf perlakuannya. Konsentrasi ^{109}Cd yang dipakai adalah konsentrasi kecil (1,46 Bq/ml) yaitu dengan meneteskan 7,6 ml ke setiap aquarium. Media uji air laut diganti setiap hari. Hal ini bertujuan untuk mempertahankan konsentrasi ^{109}Cd dalam air laut. Pemberian kontaminan dihentikan ketika konsentrasi ^{109}Cd masuk pada *Perna viridis* sama dengan konsentrasi ^{109}Cd yang keluar (*steady state*).

Secara periodik (dua hari sekali), *Perna viridis* dicacah menggunakan MCA (*Multi Channel Analyser*) yang terintegrasi dalam sistem inspektor buatan Kanberra, dan terkoneksi dengan komputer dan dihubungkan dengan spektrometer gamma serta dilengkapi detektor NaTl yang diameternya 10 cm dan tinggi 40 cm buatan Bicron Corp tipe HQ 490 seri 2M2/2. Pencacahan dilakukan untuk memperoleh data pengambilan ^{109}Cd dari fase terlarut.

Pengambilan (*uptake*) kontaminan yang diamati dan dihitung adalah faktor konsentrasi (FK), konsentrasi tunak atau *steady state* (C_{ss}) dan faktor konsentrasi *steady state* (FK_{ss}), dihitung mengikuti Connell & Miller (1995). Data yang

diperoleh dianalisa dengan ANOVA menggunakan program SPSS v.12.0.

HASIL

Biokinetika pengambilan ¹⁰⁹Cd dari fase terlarut oleh *Perna viridis* pada salinitas 29‰ dan 31‰ di suhu 28°C dan 30°C

Hasil percobaan menunjukkan rata-rata faktor konsentrasi tertinggi di berbagai ukuran *Perna viridis* didapat pada salinitas 29‰ dengan suhu 30°C yaitu berkisar 31,23-54,09 dengan nilai konsentrasi dan faktor konsentrasi dalam *steady state* yaitu 72,21-107,80 Bq/gr dan 49,46-73,84 (Tabel 1a dan 1b).

Pengaruh lamanya waktu kontak terhadap faktor konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 yang menunjukkan adanya hubungan positif diantara keduanya.

Gambar 1 dan 2 dapat dibuat gambar model proses pengambilan ¹⁰⁹Cd oleh kerang hijau dari fase terlarut. Model tersebut merupakan permodelan saturasi, dimana permodelan mengasumsikan masuknya kontaminan ke dalam organisme dan terakumulasi sampai pada kondisi tunak di dalam tubuhnya. Model proses pengambilan ¹⁰⁹Cd yang direpresentasikan dalam faktor konsentrasi pada salinitas 29‰ dan 31‰ pada suhu 28°C (Gambar 3) sedangkan pada salinitas 29‰ dan 31‰ di suhu 30°C (Gambar 4).

Pengaruh salinitas terhadap bioakumulasi ¹⁰⁹Cd pada *Perna viridis*

Pengaruh salinitas dapat diketahui dengan membandingkan faktor konsentrasi rerata kedua salinitas (29 dan

Tabel 1a. Data biokinetika pengambilan ¹⁰⁹Cd dari fase terlarut oleh *Perna viridis* pada salinitas 29‰ dengan 31‰ di suhu 30°C.

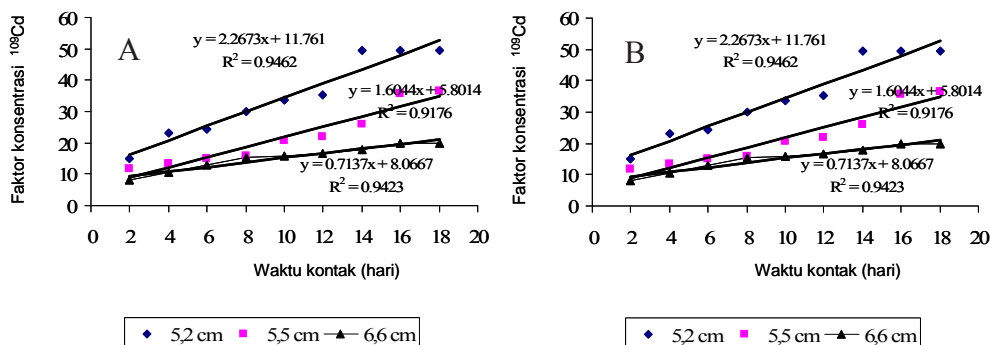
Durasi (hari)	Faktor Konsentrasi ¹⁰⁹ Cd (Bq/gr)					
	Salinitas 29‰			Salinitas 31‰		
	5,2 cm	5,5 cm	6,6 cm	5,2 cm	5,5 cm	6,6 cm
2	30,52	24,29	17,20	27,33	13,61	11,23
4	40,77	28,64	19,50	28,54	15,74	12,27
6	44,62	29,36	21,19	36,25	22,33	14,08
8	47,60	32,65	23,99	37,24	30,87	19,50
10	51,45	35,94	30,35	41,65	36,65	20,93
12	59,98	49,90	34,72	45,73	39,14	21,75
14	70,62	52,48	39,51	52,12	47,41	25,42
16	70,60	59,07	47,31	53,00	51,77	28,70
18	70,61	59,08	47,33	53,44	51,78	28,83
Mean±S	54,09 ±	41,27 ±	31,23 ±	41,70 ±	34,37 ±	20,30 ±
E	4,89	4,60	3,89	3,37	4,91	2,23
C _{ss}	107,80	90,16	72,21	80,90	79,02	43,81
FK _{ss}	73,84	61,75	49,46	55,41	54,12	30,01

Keterangan : C_{ss} (konsentrasi steady state), FK_{ss} (faktor konsentrasi steady state)

Tabel 1b. Data biokinetika pengambilan ¹⁰⁹Cd dari fase terlarut oleh *Perna viridis* pada salinitas 29‰ dengan 31‰ di suhu 28°C.

Durasi (hari)	Faktor Konsentrasi ¹⁰⁹ Cd (Bq/gr)					
	Salinitas 29‰			Salinitas 31‰		
	5,2 cm	5,5 cm	6,6 cm	5,2 cm	5,5 cm	6,6 cm
2	25,45	18,32	10,41	14,98	11,92	7,99
4	35,81	22,33	16,10	23,25	13,41	10,46
6	38,46	30,42	17,09	24,35	14,86	13,08
8	41,54	33,71	19,61	29,97	16,01	15,26
10	44,18	36,88	20,81	33,71	20,55	16,00
12	57,06	42,22	21,64	35,26	21,97	16,74
14	60,82	45,69	24,10	49,47	25,80	17,91
16	60,80	51,68	24,38	49,46	35,76	19,72
18	60,80	51,66	24,44	49,46	36,33	19,67
Mean±S	47,21 ±	36,99 ±	19,84 ±	34,43 ±	21,85 ±	15,20 ±
E	4,37	3,99	1,56	4,26	3,06	1,34
C _{ss}	92,84	78,89	37,21	75,51	54,58	30,10
FK _{ss}	63,59	54,03	25,49	51,72	37,38	20,62

Keterangan: C_{ss} (konsentrasi *steady state*), FK_{ss} (faktor konsentrasi *steady state*)



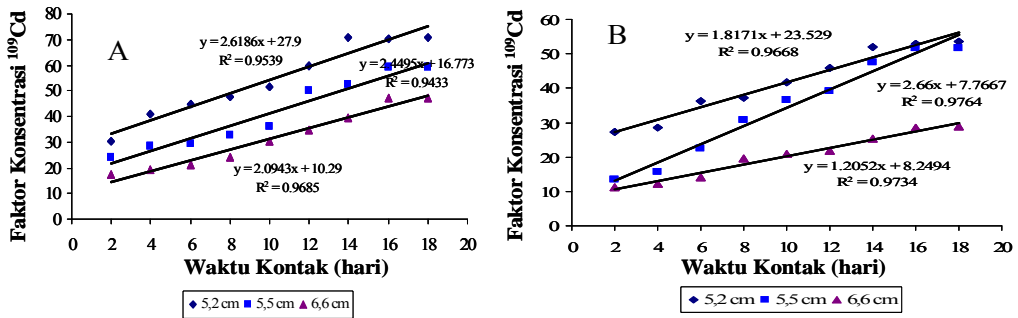
Gambar 1. Faktor konsentrasi perunut ¹⁰⁹Cd dalam *Perna viridis* pada salinitas 29‰ (A) dan salinitas 31‰ (B) di suhu 28°C. ■= 5,5 cm ▲=6,6 cm ◆=5,2 cm

31‰) di suhu dan ukuran yang sama (5,2 cm dan 30°C) pada Tabel 1b. Perbedaan salinitas memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap proses bioakumulasi ¹⁰⁹Cd oleh kerang hijau ($P < 0,01$). Hal tersebut berarti bahwa perbedaan salinitas terhadap proses bioakumulasi ¹⁰⁹Cd memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata.

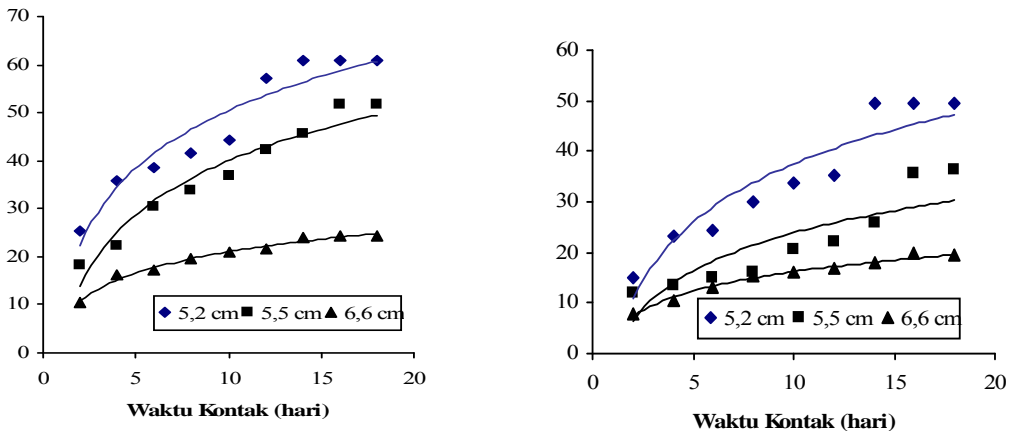
Pada saat salinitas 31‰ proses bioakumulasi logam berat oleh *Perna viridis* ukuran 5,2 cm terjadi tidak begitu besar dengan nilai faktor konsentrasi rata-rata 41,70 jika dibandingkan pada kondisi salinitas 29‰ yang nilai rata-rata faktor konsentrasinya 54,09 (Gambar 5).

Pada Gambar 6, nilai koefisien determinasi untuk salinitas 29‰ (0,9951)

Bioakumulasi Kadmium Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*)



Gambar 2. Faktor konsentrasi perunit ^{109}Cd dalam *Perna viridis* pada salinitas 29‰ (A) dan salinitas 31‰ (B) di suhu 30°C. ■ = 5,5 cm ▲ = 6,6 cm ◆ = 5,2 cm



Gambar 3. Model proses pengambilan konsentrasi ^{109}Cd oleh *Perna viridis* pada salinitas 29‰ (A) dan salinitas 31‰ (B) di suhu 28°C. ■ = 5,5 cm ▲ = 6,6 cm ◆ = 5,2 cm

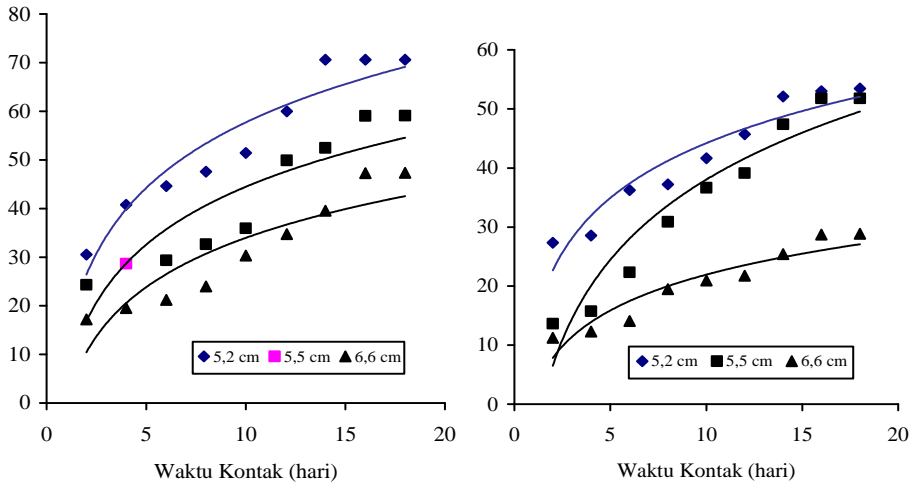
lebih besar jika dibandingkan dengan salinitas 31‰ (0,968). Kedua koefisien determinasi tersebut berarti bahwa variasi yang terjadi terhadap besar kecilnya nilai bioakumulasi disebabkan oleh salinitas.

Pengaruh suhu terhadap bioakumulasi ^{109}Cd pada *Perna viridis*

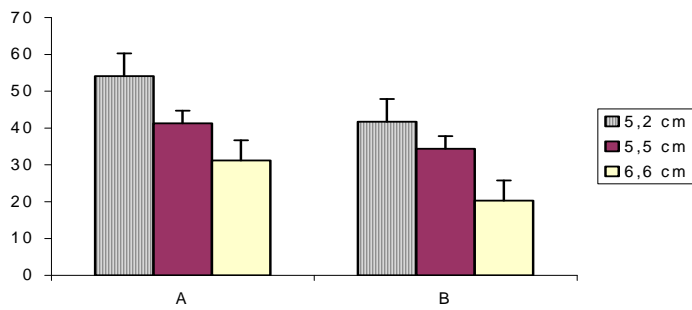
Pengaruh suhu dapat diketahui dengan melakukan perbandingan rata-rata faktor konsentrasi kedua suhu (28 dan 30°C) pada salinitas dan ukuran yang

sama (5,2 cm dan 29‰) pada Tabel 1a dan 1b. Pengaruh suhu terhadap tingkat bioakumulasi *Perna viridis* memberikan pengaruh yang sangat signifikan ($P < 0,01$), terlihat pada Gambar 7.

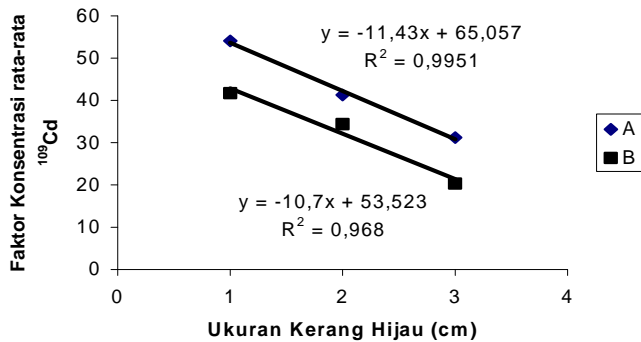
Selanjutnya nilai koefisien determinasi untuk suhu 28°C (0,9791) lebih kecil jika dibandingkan dengan suhu 30°C yang nilainya sebesar 0,9951. Kedua koefisien determinasi tersebut berarti bahwa variasi yang terjadi terhadap besar-kecilnya nilai bioakumulasi disebabkan oleh suhu. (Gambar 8).



Gambar 4. Konsentrasi Model proses pengambilan ^{109}Cd oleh *Perna viridis* pada salinitas 29‰ (A) dan salinitas 31‰ (B) di suhu 30°C.

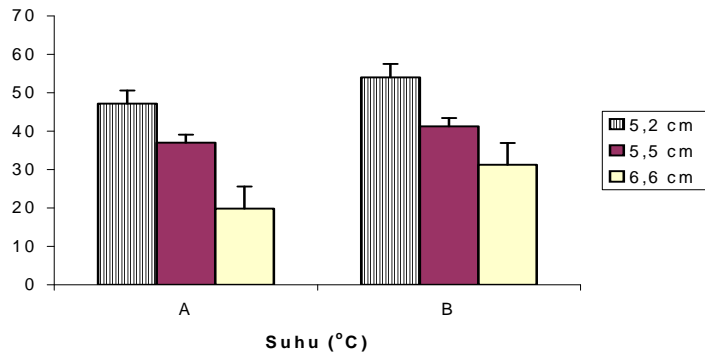


Gambar 5. Faktor konsentrasi rata-rata bioakumulasi ^{109}Cd pada *Perna viridis* di salinitas 29‰ (A) dan salinitas 31‰ (B) pada suhu 30°C.



Gambar 6. Hubungan pengaruh salinitas terhadap proses bioakumulasi perunut ^{109}Cd oleh *Perna viridis* salinitas 29‰ (A) dan salinitas 31‰ (B).

Bioakumulasi Kadmium Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*)



Gambar 7. Faktor konsentrasi rata-rata bioakumulasi ^{109}Cd pada *Perna viridis* di suhu 28°C (A) dan suhu 30°C (B) pada salinitas 29‰.

Pengaruh ukuran *perna viridis* terhadap bioakumulasi ^{109}Cd

Pengaruh perbedaan ukuran *Perna viridis* terhadap proses pengambilan ^{109}Cd dari fase terlarut adalah sangat signifikan ($P < 0,01$), dimana masing-masing ukuran memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap hasil akumulasi ^{109}Cd .

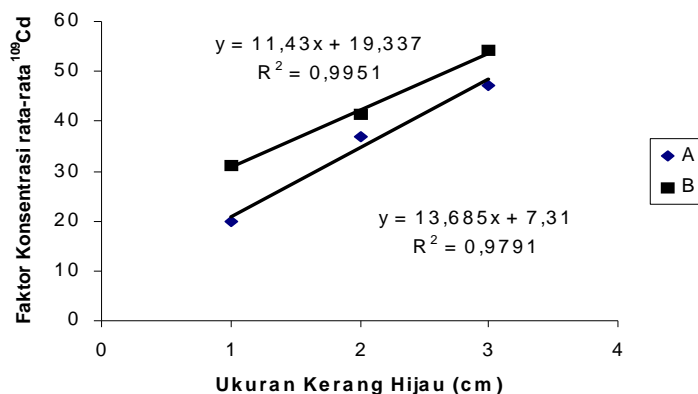
Ukuran kerang hijau mempunyai hubungan yang negatif terhadap proses bioakumulasi perunit ^{109}Cd ($Y = 31,23 - 10,35X$) atau semakin kecil ukuran kerang hijau maka tingkat akumulasi logam beratnya semakin besar (Gambar 9).

PEMBAHASAN

Rata-rata faktor konsentrasi terendahnya didapat pada salinitas 31‰ dengan suhu 28°C yang kisaran nilainya 15,20-34,43 dimana nilai konsentrasi *steady state*nya berkisar 30,10-75,51 Bq/gr (Tabel 1b). Hal tersebut berarti pada salinitas 29‰ dengan suhu 30°C merupakan kondisi

yang menyebabkan proses akumulasi ^{109}Cd meningkat karena perubahan salinitas dan suhu dapat merubah laju metabolisme pada organisme laut (Wang, 2000). Pada kondisi tersebut, kerang hijau mampu mengakumulasi ^{109}Cd 31,23 sampai dengan 54,09 kali dalam durasi kontak 14 sampai dengan 16 hari. Pengaruh lamanya waktu kontak terhadap faktor konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 yang menunjukkan adanya hubungan positif diantara keduanya.

Pada salinitas 29‰ dengan suhu 28°C dan salinitas 31‰ dengan suhu 30°C didapat rata-rata faktor konsentrasi yang tidak ekstrim seperti di dua kondisi lainnya yaitu dengan kisaran 19,84-47,21 dan 20,30-41,70. konsentrasi *steady state* Faktor konsentrasi *steady state* di kondisi salinitas 29‰ dengan suhu 30°C 1,33 kali lebih besar dibandingkan dengan kondisi salinitas 31‰. Sedangkan pada suhu 28°C, faktor konsentrasi *steady state* di salinitas 29‰ 1,23 kali lebih besar dibandingkan dengan di salinitas 31‰.



Gambar 8. Hubungan pengaruh suhu terhadap proses bioakumulasi perunut ¹⁰⁹Cd oleh *Perna viridis* pada suhu 28°C (A) dan suhu 30°C (B).

Dari Gambar 1 dan 2 dapat dibuat gambar model proses pengambilan ¹⁰⁹Cd oleh kerang hijau dari fase terlarut. Model tersebut merupakan model saturasi, dimana permodelan mengasumsikan masuknya kontaminan ke dalam organisme dan terakumulasi sampai pada kondisi tunak di dalam tubuhnya. Model proses pengambilan ¹⁰⁹Cd yang direpresentasikan dalam faktor konsentrasi pada salinitas 29‰ dan 31‰ di suhu 28°C ditunjukkan pada Gambar 3, pada salinitas 29‰ dan 31‰ di suhu 30°C ditunjukkan pada Gambar 4.

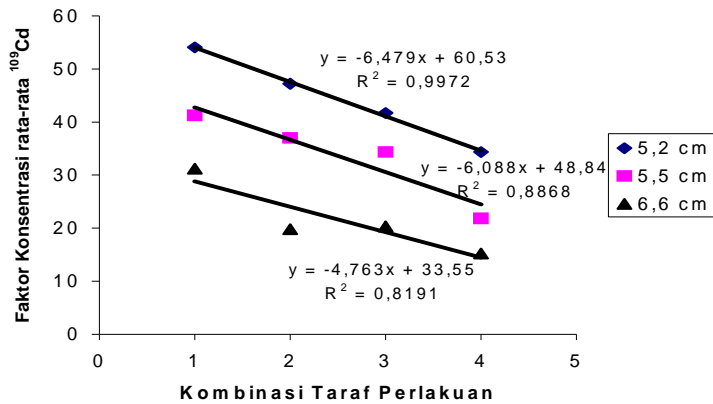
Perbedaan salinitas memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap proses bioakumulasi ¹⁰⁹Cd oleh kerang hijau (P<0,01). Hal tersebut berarti bahwa perbedaan salinitas terhadap proses bioakumulasi ¹⁰⁹Cd memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata. Pada saat salinitas 31‰ proses bioakumulasi logam berat oleh *Perna viridis* ukuran 5,2 cm terjadi tidak begitu besar dengan nilai faktor konsentrasi rata-rata 41,70 jika dibandingkan pada

kondisi salinitas 29‰ yang nilai rata-rata faktor konsentrasinya 54,09 (Gambar 5).

Perlakuan salinitas terhadap proses bioakumulasi yang direpresentasikan oleh faktor konsentrasi ¹⁰⁹Cd dalam kerang hijau mempunyai hubungan yang negatif (Y = 31,23 - 5,24X) atau tingkat akumulasi perunut ¹⁰⁹Cd oleh kerang hijau akan besar jika nilai salinitas rendah tetapi akumulasi logam berat akan semakin kecil apabila salinitas lebih besar. Hal ini disebabkan perubahan salinitas dapat mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan dan metabolisme fisiologi dari organisme laut.

Hal tersebut diatas sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa pertambahan akumulasi logam berat dan toksisitas berhubungan dengan berkurangnya salinitas menambahkan bahwa pengambilan logam berat dari fase terlarut oleh *Perna viridis* yang berasal dari perairan laut bersalinitas rendah dan bersalinitas tinggi, umumnya mengalami penambahan akumulasi logam berat ketika salinitas rendah.

Bioakumulasi Kadmium Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*)



Gambar 9. Hubungan pengaruh ukuran terhadap proses bioakumulasi perunut ¹⁰⁹Cd oleh *Perna viridis* pada S₁T₂(1), S₁T₁(2), S₂T₂(3) dan S₂T₁(4).

Mengacu pada Gambar 6, nilai koefisien determinasi untuk salinitas 29‰ (0,9951) lebih besar jika dibandingkan dengan salinitas 31‰ (0,968). Kedua koefisien determinasi tersebut berarti bahwa variasi yang terjadi terhadap besar-kecilnya nilai bioakumulasi disebabkan oleh salinitas.

Fluktuasi suhu memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai tingkat bioakumulasi oleh *Perna viridis*. Kenaikan nilai bioakumulasi terjadi pada saat kondisi suhu berada di 30°C tetapi pada saat suhu media 28°C nilai bioakumulasi logam perunut ¹⁰⁹Cd oleh kerang hijau menjadi turun (Gambar 7). Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu mempunyai hubungan yang positif dengan proses bioakumulasi perunut ¹⁰⁹Cd ($Y = 31,23 + 3,96X$). Hal ini berarti bahwa semakin tinggi suhu media (air laut) maka akan menyebabkan nilai bioakumulasi semakin tinggi. Chatteraji *et al* (1984) menyatakan pertumbuhan yang signifikan pada kerang hijau dipengaruhi oleh suhu.

Kemudian Sivalingam *dalam* Coreoli *et al* (1984) menambahkan bahwa kisaran suhu antara 10-35°C merupakan suhu yang dapat ditoleransi sampai 50% oleh *Perna viridis*.

Pengaruh ukuran *Perna viridis* dapat digambarkan dengan membandingkan faktor konsentrasi rata-rata ketiga ukuran (5,2; 5,5 dan 6,6 cm) di salah satu taraf kombinasi perlakuan antara salinitas dan suhu (salinitas 29‰ dengan suhu 30°C) pada Tabel 1a. Pengaruh perbedaan ukuran *Perna viridis* terhadap proses pengambilan ¹⁰⁹Cd dari fase terlarut adalah sangat signifikan ($P < 0,01$), dimana masing-masing ukuran memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap hasil akumulasi ¹⁰⁹Cd. Hal ini disebabkan karena *Perna viridis* berukuran kecil lebih banyak membutuhkan nutrisi (per satuan berat) untuk pertumbuhan dan kondisi dimana sistem metabolismenya menuju kesempurnaan (Rajagopal *et al* 1998).

Ukuran kerang hijau mempunyai hubungan yang negatif terhadap proses bioakumulasi perunut ^{109}Cd ($Y = 31,23 - 10,35X$) atau semakin kecil ukuran kerang hijau tingkat akumulasi logam beratnya semakin besar (Gambar 9).

Hal ini sesuai dengan Suseno (2004b) yang menyatakan bahwa ada korelasi yang signifikan antara konsentrasi kontaminan di lingkungan dengan konsentrasi kontaminan dalam tubuh organisme. Kenaikan konsentrasi ^{109}Cd pada setiap ukuran *Perna viridis* terjadi setiap hari selama proses pengamatan walaupun dalam durasi tertentu kenaikannya tidak sebesar pada waktu kontak lainnya. *Perna viridis* berukuran kecil lebih cepat mencapai kondisi tunak jika dibandingkan dengan yang berukuran besar. Walaupun ukuran tubuh lebih kecil tetapi luas permukaan dan rasio volume dengan konsentrasi enzim memainkan peranan yang sangat penting (Suseno 2004b). Ukuran merupakan faktor biologi yang penting dalam mengontrol akumulasi logam berat pada bivalva laut (Wang & Dei 1999).

Pengaruh interaksi antar faktor eksperimen terhadap proses bioakumulasi perunut ^{109}Cd oleh *Perna viridis* dari fase terlarut tidak signifikan ($P > 0,01$). Hal tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa interaksi antar faktor eksperimen memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap tingkat akumulasi perunut ^{109}Cd oleh *Perna viridis* dari fase terlarut. Kondisi tersebut disebabkan karena masing-masing faktor mempunyai pengaruh yang kuat dalam mempengaruhi proses bioakumulasi perunut ^{109}Cd dari fase terlarut.

Berdasarkan nilai faktor konsentrasi tersebut di atas maka dapat disimpulkan bahwa faktor salinitas merupakan faktor yang paling dominan mempengaruhi tingkat akumulasi perunut ^{109}Cd oleh kerang hijau dari fase terlarut. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan rata-rata tertinggi kerang hijau berhubungan dengan salinitas dan kelimpahan Fitoplankton (Chatterji *et al.* 1984). Kemudian Sivalingam *dalam* Coeroli *et al.* (1984), bahwa bivalva seperti kerang hijau dapat mentoleransi salinitas dengan kisaran antara 24-80 ppt. Kerang hijau memanfaatkan turunnya atau berkurangnya salinitas untuk memperpanjang kelangsungan hidupnya sejak mulai berkurangnya salinitas (Morton 1987).

Mekanisme akumulasi ^{109}Cd oleh *Perna viridis* melalui proses *passive uptake* dan *active uptake*. *Passive uptake* terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda, pertama pertukaran ion di mana ion monovalent dan divalent seperti Na, Mg, dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat; dan kedua adalah formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan carbonyl, amino, thiol, hydroxy, phosphate, dan hydroxy-carboxyl yang berada pada dinding sel. Proses bioabsorpsi ini bersifat bolak baik dan cepat. Proses bolak balik ikatan ion logam berat di permukaan sel ini dapat terjadi pada sel mati dan sel hidup dari suatu biomass. Sedangkan *active uptake* terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan organisme atau/dan akumulasi intraselular ion logam. Logam berat dapat juga diendapkan pada proses metabolisme dan

ekresi pada tingkat ke dua. Proses ini tergantung dari energi yang terkandung dan sensitifitasnya terhadap parameter-parameter yang berbeda seperti pH, suhu, salinitas dan lain-lain (Nora *et al.* 1998).

KESIMPULAN

Perbedaan ukuran kerang hijau dan salinitas memberikan pengaruh negatif yang sangat signifikan, sedangkan perbedaan suhu memberikan pengaruh positif yang sangat signifikan terhadap tingkat akumulasi ^{109}Cd dari fase terlarut. Kerang hijau yang berukuran kecil lebih cepat mencapai kondisi tunak, *steady state*, dibandingkan dengan kerang hijau yang berukuran besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Blackmore, G. & WX. Wang. 2002. *Inter-Population Differences in Cd, Cr, Se, and Zn Accumulation by the Green Mussel Perna viridis Acclimated at Different Salinities*, The Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong. 13pp.
- Chatterji, A., ZA. Ansari, BS. Ingole, & AH. Parulekar. 1984. Growth of the green mussel, *Perna viridis* L., in a sea water circulating system. *Aquaculture* 40:47-55.
- Coeroli, M., D. Gaillande, JP. Landret. 1984. Recent innovations in cultivation of molluscs in French Polynesia. *Aquaculture* 39:45-67.
- Connel, DW, & GJ. Miller. 1995. " *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*, UI press, Jakarta. 518 hal. Terjemahan Yanti Koestoer.
- Morton, B. 1987. The functional morphology of the organs of the mantle cavity of *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Mytilacea). *Amer. Malac. Bull.* 5(2):159-164.
- Nora FY, YST Wong & CG. Simpson. 1998. Removal of Copper by Free and Immobilized Microalgae, *Chlorella vulgaris*, in: in Yuk-Shan & Tam (eds.). *Water Treatment with Algae* Springer-Verlag and Landes Bioscience, p. 17
- Rajagopal, S, VP. Venugopalan, KVK. Nair, V. van der Velde, HA. Jenner, & C. den Harog. 1998. Reproduction, growth rate and culture potential of the green mussel, *Perna viridis* (L.) in Edaiyur backwaters, east coast of India. *Aquaculture* 162:187-202.
- Saeni, MS. 1997. *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat dengan Analisis Rambut*. Orasi Ilmiah, Guru Besar Tetap Ilmu Kimia Lingkungan, Fakultas Matematika dan IPA IPB. Bogor
- Suseno, H. 2004a, Pendekatan Teknik Nuklir untuk Studi Biokinetik Akumulasi dan Depurasi Kadmium pada Gastropoda Laut Teluk Jakarta, *Seminar Nasional Teknologi Limbah*, Serpong September 2004, P2PLR BATAN.
- 2004b. Biokinetics of Cadmium in Indonesia's Green Mussel, *Perna viridis*: Influences of Body Size. Proceeding of one day seminar Development Radioecology and

- Marine Environment in Indonesia,
Hotel Sahid Jaya Jakarta.
- Wang, WX. 2000. Uptake and Depuration of Cesium in the Green Mussel *Perna viridis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 137:567-575.
- Wang, WX. & RCH. Dei . 1999. Factors Affecting Trace Element Uptake in the Black Mussel *Septifer virgatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 186:161-172.

Memasukkan: Maret 2009
Diterima: Juli 2009