

EFEK KADMIUM (Cd) PADA KANDUNGAN KALSIUM (Ca) INSANG dan GINJAL KERANG AIR TAWAR *Elongaria orientalis* (Lea, 1840)

Effect Of Cadmium (Cd) Exposure on CALSIUM LEVELS Of GILLS and KIDNEYS FRESHWATER MUSSEL *Elongaria orientalis* (Lea, 1840)

Akhmad Syakur¹, Andhika Puspito Nugroho²

¹Pascasarjana Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Laboratorium Ekologi dan Konservasi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

E-mail : ahmadkonjo@yahoo.co.id

Abstract - Cadmium (Cd) is wide-spread metals in aquatic ecosystem. It has long half-time and toxic in body. Aquatic animals uptake Cd through gills and digestive tract. Cd in body interfere Cd homeostasis in cell. Ca is an important component in shell formation. The purpose of this research were to know the effects of Cd exposure on calcium level of gills and kidney freshwater mussel *Elongaria orientalis*. Mussels are exposed Cd via water ($20 \mu\text{g L}^{-1}$) for 24 days and 12 days of depuration. Mussels were dissected into gills and kidneys on day 0, 1, 6, 12, 18, 24 (exposure time) and day 30, 36 (depuration time). Ca concentration was determined by using Atomic Absorbance Spectrophotometer (AAS). The result showed that Ca concentration in gills and kidneys increase along exposure time. During depuration time, Ca concentration in both of organs intend to decrease.

Keywords: calcium, cadmium, gills, kidneys

PENDAHULUAN

Kadmium adalah logam berat yang secara alami ditemukan di alam dalam bentuk mineral *greenockite* (CdS). Pencemaran Cd di alam merupakan hasil sampingan proses peleburan bijih seng (Zn), timbal (Pb) dan tembaga (Cu) (Palar, 2008). Peningkatan pencemaran Cd disebabkan penggunaan Cd dalam berbagai industri, seperti tekstil, baterai, plastik, dan elektroplating (Xuan *et al.*, 2011; Fitriawan *et al.*, 2011; Pytharopoulou *et al.*, 2013).

Logam berat dalam lingkungan perairan akan diserap oleh organisme akuatik dan terakumulasi dalam tubuh (Adriyani and Mahmudiono, 2009). Kerang air tawar merupakan salah satu organisme akuatik yang bersifat *filter feeder* dan memiliki pergerakan terbatas sehingga mampu mengakumulasi logam di ekosistem air tawar melalui transpor air secara langsung melewati insang, dan melewati saluran pencernaan dari partikel yang tersuspensi dan partikel dalam sedimen (Bat *et al.*, 2012; Lu *et al.*, 2010). Jumlah

logam yang terakumulasi dalam tubuh organisme perairan akan terus mengalami peningkatan dengan adanya proses biomagnifikasi. Proses ini menyebabkan tingginya konsentrasi logam dalam tubuh organisme dengan tingkat trofik lebih tinggi dalam rantai makanan (Vogiatzis and Loumbourdis, 1999; Rumahlatu, 2012; Xuan *et al.*, 2011).

Respon fisiologis dan biokimiawi oleh organisme merupakan parameter awal yang dapat digunakan untuk mengetahui toksisitas senyawa dalam tubuh (Xuan *et al.*, 2011). Perubahan respon fisiologis suatu organisme dapat mempengaruhi perkembangan dan keberlangsungan populasi suatu spesies. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa Cd di dalam tubuh mengganggu metabolisme kalsium pada moluska (Faubel, *et al.*, 2008). Insang dan ginjal merupakan organ vital pada organisme akuatik. Insang berperan dalam proses respirasi, regulasi ionik, keseimbangan asam basa dan tekanan osmotik (Nugroho and Frank, 2011). Insang juga dilaporkan merupakan organ tempat deposit Ca. Ginjal



adalah organ ekskresi yang berperan dalam filtrasi dan reabsorpsi zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh (Faubel, *et. al.*, 2008). Kedua organ tersebut dilaporkan mampu mengakumulasi Cd dalam konsentrasi tinggi (Ngo, 2008). Pada penelitian ini akan digunakan kerang air tawar (*Elongaria orientalis* Lea, 1840) sebagai organisme model untuk mengetahui kandungan kalsium pada insang dan ginjal kerang air tawar sebagai respon fisiologis terhadap paparan logam Cd.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2013-Maret 2014. Pemaparan Cd dan depurasi pada organisme uji dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Konservasi Fakultas Biologi UGM. Analisis kandungan Ca dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Unit I UGM.

Bahan

Kerang air tawar *Elongaria orientalis* dengan panjang 10-12 cm dan berat 100-150 gram, larutan stok CdSO_4 100 ppm, akuades, larutan HNO_3 (65 %) dan HCl (37 %).

Metode

Kerang yang diperoleh diaklimatisasi selama 14 hari dalam 50 L air. Setelah diaklimatisasi, kerang dibagi menjadi 2 kelompok :1) merupakan kelompok kontrol, sebanyak 24 kerang dipelihara dalam 50 L air tanpa bahan pencemar; 2). merupakan kelompok perlakuan, sebanyak 24 kerang dipelihara dalam 50 L air mengandung 20 $\mu\text{g/L}$ Cd. *Exposure* dilakukan selama 24 hari. Depurasi dimulai setelah hari ke-24 sampai hari ke-36. Selama masa depurasi, kerang kelompok (1) dan (2) dipelihara dalam 50 L air tanpa bahan pencemar

Pengambilan sampel dilakukan padahari ke-0, 1, 6, 12, 18, dan 24

(pemaparan)sertahari ke-30 dan 36 (depurasi). Masing-masing 3 kerang dari akuarium (1) dan (2) diambil dan dianestesi dengan es selama 10 menit kemudian dilakukan pembedahan untuk memisahkan insang dan ginjal. Organ tersebut dicuci dengan akuades kemudian dikeringkan dengan kertas saring. Selanjutnya, sampel dibungkus aluminum foil dan ditimbang berat basahnya. Semua sampel diinkubasi dalam oven padasuhu 95^oC sampai diperoleh berat kering konstan (Nugroho and Frank, 2011, dengan modifikasi).

Analisis kandungan Ca

Setiap sampel organ kering diabukan menggunakan *furnish* pada suhu 700^oC selama3 jam pemanasan. Organ yang telah diabukan dipindahkan ketabung erlenmeyer, selanjutnya didestruksi dengan ditambahkan HNO_3 65% dan HCl 37% (4:1) sebanyak 5mL. Kemudian sampel dipanaskan dengan *hot plate* suhu 250^oC sampai larutan menjadi jernih. Setelah itu, sampel diencerkan dengan akuades sampai volume 10 mL dan dipindahkan ke dalam tabung conical 15 mL. Konsentrasi Cd dalam sampel ditentukan dengan AAS. Kandungan Ca pada masing-masing organ dihitung dalam mmol kg^{-1} berat basah, diperoleh dengan mengalikan konsentrasi Ca yang terbaca dengan rasio berat basah dan berat kering (Nugroho and Frank, 2011, dengan modifikasi).

Analisis Data

Analisis kandungan Ca pada insang dan ginjal *Elongaria orientalis* diolah secara statistik menggunakan *analisis of variance* (ANOVA) two-way. Apabila terjadi beda nyata, dilanjutkan dengan uji perbandingan Dunnet. Perbedaan kandungan Ca antara kelompok kontrol dan perlakuan dianalisis menggunakan *independent T-test*.

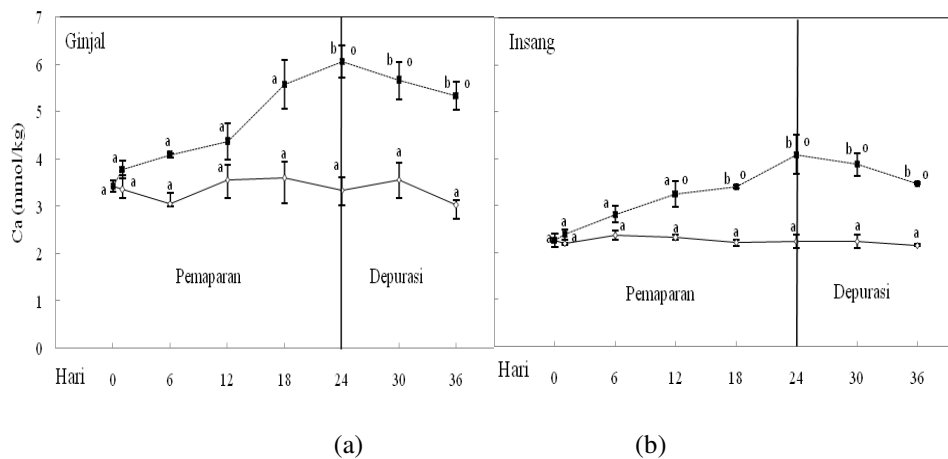


HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kalsium (Ca) dibutuhkan kerang untuk pembentukan cangkang (*shell-formation*), regulasi ion, dan sebagai kofaktor dalam proses metabolisme tubuh (Nugroho and Frank, 2011). *Itai-itai disease* adalah wabah penyakit yang menyerang persendian tulang disebabkan masyarakat mengkonsumsi makanan yang tercemar Cd (Palar, 2008). Hasil penelitian oleh Ngo (2008), pemaparan Cd pada kerang air tawar *Anodonta anatina* menunjukkan bahwa Cd mempengaruhi homeostatis Ca. Pada

penelitian ini, pemaparan Cd selama 24 hari menunjukkan peningkatan kandungan kalsium (Ca) pada insang dan ginjal *Elongaria orientalis* (Gambar 1).

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa kandungan Ca tertinggi ditemukan pada organ ginjal (3,43 mg/g), diikuti oleh insang (2,27 mg/g). Kandungan Ca pada ginjal dan insang mengalami peningkatan dalam jangka waktu pemaparan selama 24 hari. Insang dan ginjal mengalami peningkatan yang hampir sama, berturut-turut sebesar 44,50% dan 43,44%.



Gambar 1. Kandungan kalsium pada beberapa organ *Elongaria orientalis*: (a) Ginjal (b) Insang (Ket: ○ = kontrol; ■ = perlakuan). Beda nyata terhadap kontrol hari 0 ditandai dengan °. Huruf yang sama menunjukkan pemaparan tidak beda nyata terhadap kontrol pada setiap kali pengambilan sampel ($p < 0.05$).

Gambar 1a menunjukkan bahwa pada ginjal, kandungan Ca antara kontrol dan perlakuan berbeda nyata pada hari pemaparan ke-24 dan 12 hari masa depurasi. Uji lanjut Dunnett pada ginjal juga memperlihatkan kandungan Ca berbeda nyata dengan kontrol hari ke-0 pada akhir pemaparan dan 12 hari masa depurasi ($p < 0,05$). Gambar 1b menunjukkan bahwa kandungan Ca pada insang berbeda nyata dengan kontrol mulai hari pemaparan ke-18. Sedangkan uji lanjut Dunnett menunjukkan beda nyata dengan kontrol hari ke-0 mulai dari hari pemaparan ke-12 ($p < 0,05$).

Pemberian Cu pada *Anodonta anatina*, *Mytilus galloprovincialis*, dan *Ruditapes decussates* menyebabkan peningkatan kandungan Ca pada insang dan organ yang lain (Viarengo et. al., 1988; Gnasiia-Barelli et. al., 1995; Nugroho and Frank, 2011). Pemaparan Cd (20 $\mu\text{g/L}$) pada *Saccostrea cucullata* menunjukkan peningkatan kandungan Ca pada insang dan visceral mass (Javanshir et. al., 2009). Regoli et. al. (1991) *Donacilla cornea* dibawah kondisi stress Cd menunjukkan peningkatan Ca pada keseluruhan jaringan lunak dan kelenjar pencernaan.

Cd di dalam tubuh akan mempengaruhi homeostasis Ca (Javanshir



et. al., 2009). Kondisi stres akibat pemaparan Cd pada *Anodonta cygnea* menyebabkan terjadinya asidosis. Ion Ca kemungkinan mengalami mobilisasi dari organ-organ yang menjadi deposit Ca sehingga terjadi peningkatan konsentrasi Ca pada cairan tubuh dan selanjutnya dibawa melalui sistem sirkulasi menuju organ yang lain, seperti insang. Ginjal merupakan jalur utama dalam distribusi Ca. Ca dari lingkungan akan masuk dalam sistem sirkulasi dan mengalami reabsorpsi pada ginjal. Namun, Ca sangat dibutuhkan dalam proses biokimiawi pada organ sehingga Ca mudah terdistribusi pada organ yang lain (Faubel, et. al., 2008; Nugroho and Frank, 2011).

Sauer and Watabe (1988) melaporkan bahwa Cd menghambat uptake Ca pada insang. Pada kasus ini terjadi kompetisi antara Cd dan Ca pada *binding site* yang sama, yaitu insang. Viarengo (1989) menyatakan bahwa logam berat pada invertebrata mempengaruhi sistem pompa Ca pada membran plasma. Kompetisi tersebut menyebabkan penurunan kapasitas pompa Ca, baik keluar atau masuk ke dalam sel. Tingginya kandungan Ca pada sitoplasma sel merupakan respon fisiologi sel untuk *restore* (penyimpanan kembali) Ca di dalam sel. Gambar 1 menunjukkan bahwa respon fisiologis *Eongaria orientalis* bersifat time-dependent. Kandungan Ca pada insang dan ginjal semakin meningkat seiring lama waktu pemaparan.

Depurasi selama 12 hari menunjukkan terjadinya penurunan kandungan Ca pada kedua organ yang diuji. Tren pada Gambar 1 selama depurasi menunjukkan penurunan cenderung lambat. Pada hari ke-30, penurunan kandungan Ca pada ginjal (6,68%) dan insang (5,13%). Selama masa depurasi, organisme uji dipelihara pada medium tanpa bahan pencemar.

KESIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Kadmium (Cd) berpengaruh pada homesotasis Ca. Pemaparan Cd (20 µg/L) meningkatkan kandungan Ca pada insang dan ginjal kerang air tawar *Elongaria orientalis*. Peningkatan kandungan Ca selama masa depurasi menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut menyebabkan gangguan yang terjadi bersifat *reversible*.

Saran untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan uji kandungan Ca pada organ yang lain seperti mantel, kelenjar pencernaan. Intestinum, kaki, dan otot adduktor. Selain itu, perlu dilakukan pemaparan Cd melalui jalur makanan (*food pathway*) untuk mendapatkan perbandingan efek Cd secara menyeluruh terhadap kandungan Ca *Elongaria orientalis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, R. and Mahmudiono, T. 2009. Kadar logam berat cadmium, protein dan organ oleptik pada daging bivalvia dan perendaman larutan asam cuka. *J. Penelit. Med. Eksakta* 8(2):152-161.
- Bat, L., Ustin, F. and Baki, O.G. 2012. Trace element concentrations in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 from Sinop Coast of the Black Sea, Turkey. *The Open Marine Biology Journal* 6:1-5.
- Faubel, D., Lopes-Lima, M., Freitas, S., Pereira, L., Andrade, J., Checa, A., Frank, H., matsuda, T., Machado, J. 2008. Effects of Cd²⁺ on the calcium metabolism and shell mineralization of bivalve *Anodonta cygnea*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 41(2):93-108
- Fitriawan, F., Sutarno and Sunarto. 2011. Microanatomy alteration of gills and kidneys in freshwater mussel (*Anodontawoodiana*) due cadmium exposure. *Bioscience* 3(1):28-35.
- Javanshir, A., Shapoori, M., Azarbad, H., Mir-Vaghefi, A., Daneh-Kar, A. 2009. Influence of calcium presence on the absorption of cadmium by the rock oyster *Saccostrea cucullata* from Persian Gulf (Ostreidae; Bivalvia) in laboratory conditions. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 1(5):178-183
- Lu, H., Yang, J., and Gan, J. 2010. Trace element accumulation in bivalve mussels



- Anodontawoodiana* from Taihu Lake, China. *Arch. Environ. Contam. Toxicol* 59:593-601.
- Ngo, H.T.T. 2008. Effects of cadmium on calcium homeostasis and physiological conditions of the freshwater mussel *Anodonta anatina*. *Disertasi*. University of Bayreuth: Germany.
- Nugroho, A.P. and Frank, H. 2012. Effect of copper exposure on calcium, carbohydrate, and protein levels in the freshwater mussel *Anodonta anatina*. *Toxicological & Environmental Chemistry* 94(1):99-108.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pytharopoulou, S., Kournoutou, G.G., Leotsinidis, M., Georgiou, C.D., Kalpaxis, D.L. 2013. Cadmium versus copper toxicity: insight from anuintegral dissection of protein sythesis pathway in the digestive glands of mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Journal of Hazardous Materials* 260: 263-271.
- Regoli, F., Orlando, O., Mauri, M., Nigro, M., Alfinito, C.G. 1991. Heavy metal accumulation and calcium content in the bivalve *Donacilla cornea*. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 74:219-224
- Rumahlatu, D. 2012. Biomonitoring: Sebagai alat asesmen kualitas perairan akibat logam berat cadmium pada invertebrate perairan. *Saintis*(1):10-34.
- Sauer, G.R. and Watabe, N. 1988. The effects of heavy metals and metabolic inhibitors on calcium uptake by gills and scales of *Fundulus heteroclitus in vitro*. *Comp. Biochem. Physiol* 91C 2: 473-478.
- Viarengo, A., Mancinelli, G., Orunesu, M., Martino, G., Faranda, F., Mazzucotelli, A. (1988). Effects of sublethal copper concentrations, temperature, salinity and oxygen levels on the copper homeostasis and calcium content in the gills of *Mytilus galloprovincialis* Lam.: a multifactorial experiment. *Mar. Environ. Res.* 2:227-231
- Vogiatzis, A.K. and Loubourdis, N.S. 1999. A study of glycogen, lactate, total fats, protein, and glucose concentration in the liver of the frog *Ranaridibunda*, after exposure to cadmium for 30 days. *Environmental Pollution* 104:335-340.
- Xuan, R., Wang, L., Sun, M., Ren, G., and Jiang, M. 2011. Effect of cadmium on carbohydrate and protein metabolisms in the freshwater crab *Sinopotamon yangtsekiense*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 154:268-274.

PERTANYAAN DAN JAWABAN

Pertanyaan

Penanya: Siti Choiriyah

1. Mengapa pada perlakuan tidak diberikan konsentrasi cadmium yang bervariasi?
2. Jelaskan mengapa efek cadmium dapat meningkatkan kalsium pada ginjal dan insang?

Jawaban :

1. Karena pada penelitian ini tidak melihat efek cadmium pada konsentrasi yang bertingkat tetapi cadmium yang digunakan hanya satu konsentrasi yaitu 20 Mg per Liter. Tetapi yang dilihat dari penelitian ini adalah pengaruhnya terhadap hari dan pada konsentrasi tersebut didapatkan hasil pada hari ke 0-24 (pemaparan) menunjukkan peningkatan kandungan kalsium pada insang dan ginjal. Pada ginjal dan insang mengalami peningkatan kandungan kalsium karena adanya asidosis metabolic dari cangkang yaitu pemecahan CaCO_3 di cangkang kemudian di molisasi ke organ diantaranya ke ginjal dan insang.

