

## BIOAKUMULASI LOGAM BERAT KADMIUM DAN TIMBAL PADA KERANG KAPAK-KAPAK DI KEPULAUAN SERIBU

### *Bioaccumulation of Cadmium and Lead in Prickly Pen Shell in Seribu Archipelago*

Etty Riani\*, Harry Sudrajat Johari, Muhammad Reza Cordova

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat  
Telepon (0251) 8622907-8622908-8622909, Faks. (0251) 8622907

\*Korespondensi: [etty\\_riani\\_harsono@yahoo.com](mailto:etty_riani_harsono@yahoo.com)

Diterima: 24 Februari 2017/ Disetujui: 16 April 2017

**Cara sitasi:** Riani E, Johari HS, Cordova MR. 2017. Bioakumulasi logam berat kadmium dan timbal pada kerang kapak-kapak di Kepulauan Seribu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 131-142.

#### Abstrak

Perairan Teluk Jakarta tercemar logam berat, sehingga perairan Kepulauan Seribu juga berpotensi untuk tercemar logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air di Pulau Panggang dan Pulau Karya, menganalisis kontaminasi logam berat pada air, sedimen dan kerang kapak-kapak serta menganalisis korelasi logam berat antar ketiganya. Penelitian ini meliputi pengukuran pH, suhu, oksigen terlarut/DO, BOD, salinitas, kekeruhan dan logam berat (Cd dan Pb) pada air, sedimen dan kerang kapak-kapak di perairan Pulau Panggang dan Pulau Karya. Data yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu. Kualitas air di Pulau Panggang dan Pulau Karya dilihat dari pH, salinitas dan temperatur air cenderung menuju ke kurang baik. Kontaminasi Cd dan Pb pada air pada April dan Juli, berada di bawah baku mutu Kepmen LH No.51 th 2004, namun pada Oktober di kedua tempat tersebut, Cd dan Pb melebihi baku mutu yg ditetapkan. Kontaminasi Cd dan Pb pada sedimen di kedua pulau tersebut masih berada dibawah baku mutu RNO (1981), namun Cd dalam sedimen di Pulau Karya pada Juli dan Oktober berada diatas baku mutunya. Cd dan Pb pada kapak-kapak masih berada di bawah baku mutu Ditjen POM RI No. 03725 (1989). Korelasi Cd dan Pb antara air dan sedimen positif. Korelasi Cd dan Pb antara air dan kerang paling kuat dibanding korelasi logam berat pada air dan sedimen, namun keeratan hubungan kadmium lebih tinggi dibanding timbal.

Kata kunci: Cd, kapak-kapak, Kepulauan Seribu, kontaminasi, korelasi, Pb

#### Abstract

Jakarta Bay waters contaminated with heavy metals, so that the waters of the Thousand Islands are also potentially contaminated with heavy metals. The purpose of this study were to determine the condition of the water quality on the Panggang Island and Karya Island, analyze contamination of heavy metals (Cadmium and Lead) in water, sediments and Prickly Pen Shell and then the correlation. Based on Ministry of Environment decree No. 51/2004, water quality in the Panggang Island and Karya Island tend toward to low category. Cadmium and lead concentration in the water on October exceed the quality standards. In the sediment on July and October at Karya Island, concentration of cadmium were exceed the quality standar by RNO. On the other hand, cadmium and lead concentration on Prickly Pen Shell still below standard quality from decree of Director General of POM RI No. 03725. We found highest positive correlation were found between cadmium and lead accumulation in the water and on the Prickly Pen Shell, then positive correlation between cadmium and lead in the water and in the sediment. For the heavy metal contamination, we found contamination of cadmium correlation were higher than lead contamination.

Keywords: Cd, contamination, correlation, Pb, prickly pen shell, thousand islands

## PENDAHULUAN

DKI Jakarta merupakan ibu kota negara (pusat pemerintahan) yang sekaligus merupakan pusat kegiatan ekonomi, sehingga pembangunan di wilayah DKI Jakarta paling pesat dibanding dengan wilayah lainnya. Pembangunan di wilayah DKI Jakarta yang sangat pesat tersebut, mengakibatkan munculnya berbagai masalah. Masalah yang muncul akibat sangat pesatnya pembangunan salah satunya adalah terjadinya pencemaran limbah bahan berbahaya dan beracun, misalnya pencemaran logam berat di wilayah perairan DKI Jakarta, terutama pada perairan Teluk Jakarta (Cordova and Riani 2009). Kondisi tersebut juga masih diperburuk oleh berbagai kegiatan antropogenik yang dilakukan di wilayah *hinterland* DKI Jakarta yang limbahnya masuk melalui sungai yang bermuara di Teluk Jakarta (Riani *et al.* 2015), sehingga bukan hanya menyebabkan kontaminasi logam berat pada biota, tapi juga telah mengakibatkan terjadinya kerusakan pada berbagai organ tubuh, yaitu insang dan hepatopankreas pada kerang hijau, serta mengganggu proses reproduksinya (Riani 2011). Logam berat juga telah mengakibatkan terjadinya kecacatan pada embrio kerang hijau (Cordova 2011). Tingginya pencemaran di wilayah Teluk Jakarta juga berpotensi untuk mencemari wilayah lainnya, misalnya perairan Kepulauan Seribu.

Kepulauan Seribu merupakan pulau-pulau kecil yang secara individu atau gugusan, memiliki potensi ekologi dan ekonomi yang belum dimanfaatkan. Pemerintah Indonesia pada saat ini berupaya untuk menggiatkan pembangunan ekonomi di pulau-pulau kecil seperti di Kepulauan Seribu tersebut. Kepulauan Seribu yang letaknya paling berdekatan dan sekaligus merupakan bagian dari ibu kota negara, yakni sebagai Kabupaten Administrasi setingkat dengan wilayah tingkat II di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta, merupakan salah satu pulau kecil yang banyak mendapat prioritas dalam pembangunan ekonomi. Perairan Kepulauan Seribu yang terletak di lepas pantai utara Jakarta mendapat tekanan baik dari Teluk Jakarta, maupun dari pulau-pulau yang ada

di Kepulauan Seribu itu sendiri, terutama dari pulau yang dihuni (yang ada kegiatan).

Bahan pencemar di perairan Teluk Jakarta yang sudah mengkhawatirkan salah satunya adalah logam berat Riani (2004). Pencemaran logam berat di Teluk Jakarta meningkat dari tahun ke tahun (Riani 2006 dan Riani 2016); bahkan pada tahun 2005 saja pencemaran logam berat di Teluk Jakarta telah menyebar hingga radius 60 km, dan telah mencapai hingga perairan di sekitar Pulau Pramuka, di Kepulauan Seribu (Rahardjo 2005).

Riani (2004) menyatakan bahwa logam berat yang kandungannya cukup tinggi di Teluk Jakarta di antaranya adalah kadmium (Cd) dan timbal (Pb). Logam berat Cd dan Pb merupakan bahan pencemar yang berbahaya dan beracun. Hal ini disebabkan logam berat memiliki afinitas yang tinggi terhadap gugus sulfidril, sehingga logam berat akan berikatan dengan belerang (gugus sulfhidril) dalam enzim, sehingga enzim menjadi imobile. Gugus karboksilat (-COOH) dan amino (-NH<sub>2</sub>) yang banyak terdapat dalam tubuh juga dapat bereaksi dengan logam berat. Logam berat Cd dan Pb dapat terikat pada gugus-gugus tersebut di atas, dan selanjutnya dapat terakumulasi pada tubuh makhluk hidup, dan selanjutnya akan mengganggu proses fisiologis di dalam tubuhnya.

Semuabiotalaut padadasarnya mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam berat (Riani 2009, Riani 2010; Cordova 2011, Takarina *et al.* 2013 dan Qin *et al.* 2015), begitu pula halnya dengan biota yang hidup di Pulau Seribu. Biota yang hidupnya menetap (sesil) seperti kerang kapak-kapak (*Pinna muricata*) mempunyai potensi untuk mengakumulasi logam berat lebih tinggi dibanding biota yang aktif berenang. Informasi terkait hal tersebut, di Kepulauan Seribu, masih sangat minim. Hal ini terlihat dari penelitian mengenai bioakumulasi logam berat lebih banyak dilakukan di Teluk Jakarta, di antaranya adalah akumulasi logam berat pada kerang hijau berukuran kecil (Riani 2009), kontaminasi logam berat pada ikan petek (Riani 2010), akumulasi logam berat yang mengakibatkan terjadinya gangguan pada kerang hijau (Riani 2011), kontaminasi logam berat pada kerang hijau yang mengakibatkan terjadinya

malformasi (Cordova 2011), kontaminasi logam berat pada amipoda benthik (Hindarti *et al.* 2015). Penelitian yang dilakukan di Kepulauan Seribu pada umumnya adalah penelitian yang terkait dengan biologi, ekologi atau bioekologi dari biota laut yang ada di Kepulauan Seribu, misalnya pada ikan, moluska, krustase, teripang, karang, dan berbagai komoditi lainnya, sedangkan penelitian terkait kontaminasi logam berat Cd dan Pb, informasinya masih sangat minim.

Perairan Kepulauan Seribu merupakan perairan yang berdekatan dan bahkan berada dalam satu hamparan dengan perairan Teluk Jakarta, maka potensi pencemaran logam beratnya, serta potensi terjadinya akumulasi terutama pada hewan sessil seperti pada kerang kapak-kapak, cukup tinggi. Kerang kapak-kapak banyak ditemukan di Pulau Panggang dan Pulau Karya, dan keduanya merupakan pulau yang berpenghuni, maka kerang kapak-kapak yang ada di perairan kedua pulau ini menarik untuk dilihat akumulasinya terhadap logam berat, terutama Pb dan Cd yang cukup banyak ditemukan di Teluk Jakarta. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap bioakumulasi logam berat Cd dan Pb pada kerang kapak-kapak, sehingga dapat menduga kondisi pencemaran logam berat di Pulau Seribu, sekaligus juga dapat memberi informasi tentang keamanan kerang kapak-kapak apabila dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air di Pulau Panggang dan Pulau Karya, menganalisis kontaminasi logam berat pada air, sedimen dan kerang kapak-kapak serta menganalisis korelasi logam berat antar ketiganya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kerang kapak-kapak (*Pinna muricata*), sampel air laut, dan sampel sedimen laut. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis yaitu akuades, akuabides dan bahan-bahan kimia (HCl, HNO<sub>3</sub>, Na-EDTA, larutan pH 7, larutan standar logam (Cd dan Pb), larutan buffer: NH<sub>4</sub>Cl (Merck) dan NH<sub>4</sub>OH (Merck). Alat yang digunakan yaitu

kompas, *global position sytem* (GPS), pH meter (OrionTM), dissolved oxygen (DO) meter (omega HHWT-SD1 Series), salinorefrakto meter (Omega CLH-1740), AAS (*atomic absorbtion spectrophotometry*-Shimadzu's AA-7000), *Eikman grab* dan *kemmerer water sampler*.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perairan Kepulauan Seribu tepatnya di dua stasiun, yakni di Pulau Panggang dan Pulau Karya, Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu. Waktu penelitian dilakukan pada bulan-bulan yang mewakili musim peralihan (awal April), musim kemarau (pertengahan Juli) dan musim hujan (akhir Oktober, awal musim hujan). Penelitian ini dilakukan analisis terhadap kualitas, dan logam berat pada sedimen dan pada kerang kapak-kapak.

### Sampel Kerang Kapak-kapak, Air dan Sedimen

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah sampel kerang kapak-kapak diambil di perairan Pulau Panggang dan Karya pada kedalaman sekitar 2-4 meter untuk dianalisis logam beratnya (Cd dan Pb). Pengukuran kualitas air laut yaitu pH, suhu, oksigen terlarut/DO, BOD, salinitas dilaksanakan langsung di lapangan dan parameter kualitas air kekeruhan (secara visual), sedangkan analisis logam berat (Cd dan Pb) pada air, sedimen dan pada kerang kapak-kapak dilakukan di laboratorium. Pengukuran kualitas air serta analisis kandungan logam berat menggunakan prosedur APHA (America Public Health Association 2012). Khusus untuk parameter kualitas air dan sedimen dilakukan pada setiap stasiun dengan tiga kali ulangan (pada setiap pengambilan sampel, di satu stasiun diambil tiga titik yang dianggap mewakili).

Preparasi untuk keperluan analisis logam berat pada sedimen dilakukan dengan cara, sedimen basah diayak dengan ayakan  $\leq 63 \mu\text{m}$ . Cairan hasil ayakan yang jernih didekantasi dan endapannya dikeringkan dalam oven pada suhu tidak lebih dari 60°C hingga diperoleh berat konstan. Sedimen kering yang diperoleh digerus, dan selanjutnya diambil

sampel sebanyak 2 gram sedimen kering dan dimasukkan ke dalam gelas piala, dan ditambahkan 20 mL campuran HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1:1) dan didestruksi selama tiga jam pada suhu 120°C. Hasil destruksi ini disaring dan filtratnya ditampung dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas. Filtrat ini kemudian diukur dengan AAS.

Preparasi logam berat pada kapak-kapak dilakukan dengan cara mengambil sampel kapak-kapak sebanyak 1 gram. Sampel dimasukkan ke dalam cawan kuarsa 1 ml, kemudian arangkan selama ± 24 jam di atas pemanas listrik pada suhu 300°C, sampai tidak berasap lagi, selanjutnya dilakukan pengabuan pada suhu 400°C selama 2 jam dan pengabuan disempurnakan pada suhu 500°C selama 20 jam. Cawan berisi abu selanjutnya dinginkan. Asam nitrat 5 mL 2M dilarutkan, selanjutnya dihangatkan diatas pemanas air selama 3 menit. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 10 ml, selanjutnya cawan dibilas dan diimpitkan serta diukur dengan HNO<sub>3</sub> 2 M, selanjutnya dibuat larutan deret standar 1, 2, 4, 8, 10 dan 20 ppb, serta dibuat blanko dengan menggunakan pereaksi yang sama seperti pada contoh, untuk kemudian dibaca dengan AAS.

### Analisis Data

Penentuan konsentrasi logam berat pada penelitian ini dilakukan dengan cara langsung untuk sampel air dan dengan cara kering (pengabuan) untuk sampel kerang kapak-kapak dan sampel sedimen. Pengukuran logam berat dilakukan menggunakan AAS dengan rumus sebagai berikut (Standar Nasional Indonesia 1996):

$$\frac{\text{mg}}{\text{kg}} = \frac{[(Ac - Ab) - a] \times 100}{b \times W \text{ (g)} \times 1000}$$

Keterangan:

Ac = Absorban contoh

Ab = Absorban blanko

a = Intercep dari persamaan regresi standar

b = Slope dari persamaan regresi standar

W = Berat sampel

Data yang ada dibandingkan dengan Baku mutu untuk air laut

(Kepmen LH No. 51 tahun 2004) tentang “Penetapan Baku Mutu Air Laut”), sedangkan konsentrasi logam berat dalam kerang menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4104 (1996) mengenai logam berat dalam makanan dan hasil-hasil perikanan lainnya yang dikonsumsi. Keeratan hubungan antarakonsentrasi logam berat Cd dan Pb dalam air laut, sedimen dan kerang menggunakan regresi korelasi/hubungan (Sudjana 2001). Rumus Koefisien Korelasi (r):

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{(S_x)^2 (S_y)^2}}$$

$$S_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n - 1}$$

$$S_x^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$S_y^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}$$

Keterangan:

r = koefisien rata-rata korelasi

S<sub>xy</sub> = Sebaran nilai pengamatan x dan y

S<sub>x</sub><sup>2</sup> = Keragaman nilai x

S<sub>y</sub><sup>2</sup> = Keragaman nilai y

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu mempunyai 110 pulau, namun baru 11 pulau yang dihuni. Pulau Panggang merupakan salah satu dari pulau yang dihuni tersebut serta merupakan pulau yang ramai ke dua setelah Pulau Pramuka. Tingkat keramaian yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu, sehingga kegiatan antropogenik di pulau ini cukup tinggi. Pulau Karya berbeda dengan Pulau Panggang, merupakan pulau yang di dalamnya hanya ada perumahan dinas Pemerintah Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu, sehingga kegiatan antropogenik di Pulau Karya paling rendah dibanding pulau berpenghuni lainnya. Kerang kapak-kapak tidak ditemukan di perairan Pulau Pramuka pada saat dilakukan penelitian ini, sehingga penelitian hanya dilakukan di Pulau Panggang dan Pulau Karya.

### Kualitas Air Laut Lokasi Kajian

Derajat keasaman (pH) air laut di lokasi penelitian, tepatnya di perairan sekitar Pulau Panggang dan Pulau Karya pada setiap pengambilan sampel, yakni berkisar antara 7,2-7,6 (Tabel 1). Nilai pH di Pulau Panggang lebih kecil dibanding di Pulau Karya. Hal ini disebabkan kegiatan antropogenik di Pulau Panggang yang jumlah penduduknya padat, lebih tinggi dibanding kegiatan di Pulau Karya. Nilai pH di kedua pulau ini cenderung mendekati normal, dan di ke dua pulau tersebut nilai pH paling rendah terjadi pada bulan Oktober yang merupakan musim hujan, yakni 7,2. Nilai pH laut yang cenderung normal tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan pH laut, dan saat musim hujan nilai pH semakin rendah. Riani (2012) menyatakan bahwa kecenderungan terjadinya penurunan pH laut, disebabkan melimpahnya gas rumah kaca (GRK) di atmosfer dari kegiatan antropogenik baik yang terjadi di wilayah daratan (kemudian terbawa angin ke Kepulauan Seribu) maupun di Kepulauan Seribu itu sendiri. GRK yang melimpah tersebut akan turun ke laut melalui deposisi kering saat tidak hujan, dan deposisi basah saat hujan, yang menyebabkan relatif "normal"nya pH laut di Kepulauan Seribu dan makin menurun saat musim hujan.

Berdasarkan nilai baku mutu untuk air laut (Kepmen LH No. 51 tahun 2004), nilai pH air laut di setiap stasiun penelitian masih berada pada kategori yang layak untuk kehidupan biota laut dan untuk kegiatan sektor perikanan, yang menyarankan agar pH laut 7-8,5. Kondisi tersebut perlu diwaspadai, mengingat menurunnya pH air laut mendekati pH normal, merupakan adanya potensi terjadinya asidifikasi air laut di Kepulauan Seribu, tepatnya di perairan sekitar Pulau Panggang dan Pulau Karya.

Suhu rata-rata di lokasi kajian berkisar

antara 29-32°C. Suhu perairan di Pulau Panggang sama dengan suhu di Pulau Karya (Tabel 1). Suhu perairan terutama pada bulan Oktober di Pulau Panggang dan Pulau Karya melewati batas kewajaran suhu di daerah tropis, yakni 26-31°C. Kegiatan antropogenik di wilayah perkotaan yang berada di dekatnya mempengaruhi suhu lingkungan, sehingga menyebabkan tingginya gas rumah kaca dan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim (Riani 2012). Suhu yang tinggi pada bulan Oktober karena pengukuran dilakukan pada siang hari, meskipun masuk waktu penghujan namun paparan sinar matahari tinggi.

Nilai oksigen terlarut (*dissolve oxygen/DO*) di lokasi kajian berkisar antara 5-7 mg/L (Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan adanya fluktuasi kadar oksigen terlarut yang terjadi pada lokasi penelitian pada waktu yang berbeda. Fluktuasi tersebut diduga sebagai akibat pengaruh pencampuran (*mixing*), pergerakan (*turbulensi*) massa air, terjadinya aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah (*effluent*) yang masuk ke dalam badan perairan. DO pada awal musim hujan (Oktober) yang rendah diduga karena rendahnya fotosintesis yang dilakukan plankton sebagai akibat cuaca yang selalu mendung. Hal tersebut pada saat hujan juga perairan relatif menerima masukan bahan organik yang lebih tinggi, sehingga untuk penguraiannya memerlukan oksigen terlarut, akibatnya maka DO dalam perairan menjadi berkurang. Konsentrasi oksigen terlarut bervariasi namun di Pulau Panggang dan Pulau Karya masih berada dalam kisaran baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah yakni >5,0 mg/L (Kepmen LH No.51 tahun 2004). DO pada bulan Juli di Pulau Karya dan DO bulan Oktober di Pulau Panggang belum terpenuhi, sehingga dinilai kurang layak untuk mendukung kehidupan di dalamnya.

Tabel 1 Kualitas air di lokasi penelitian

Bulan	pH		Suhu (°C)		DO (mg/L)		Salinitas (psu)	
	Panggang	Karya	Panggang	Karya	Panggang	Karya	Panggang	Karya
April	7,4	7,4	29	29	7	6	23	25
Juli	7,5	7,6	29	29	7	5	31	31
Oktober	7,2	7,2	32	32	5	5,2	25	25

Salinitas air laut berfluktuasi tergantung pada musim, topografi, pasang surut, pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan jumlah muatan air tawar. Salinitas di lokasi kajian berkisar antara 23–31‰. Salinitas di Pulau Panggang pada bulan April lebih rendah dibanding di Pulau Karya. Hal ini diduga ada kaitan dengan banyaknya limbah cair yang masuk ke dalam perairan yang lebih banyak di Pulau Panggang, sesuai dengan jumlah penduduknya yang juga lebih banyak, sehingga relatif menurunkan nilai salinitas.

Salinitas pada bulan April walaupun masuk musim peralihan, namun hujan masih turun, sehingga terjadi pengenceran yang mengakibatkan lebih rendahnya salinitas di hampir tiap stasiun, sedangkan pada bulan Juli (musim kemarau) kisaran salinitas lebih tinggi karena tingginya penguapan dan rendahnya masukan air tawar. Salinitas pada bulan Oktober yang memasuki musim hujan, masukan air tawar melalui air hujan lebih besar, sehingga salinitas menurun dari bulan Juli. Perbedaan salinitas di laut dapat terjadi karena adanya perbedaan penguapan. Salinitas di lokasi penelitian masih di bawah batas yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu <34 ‰ (Kepmen LH No.51 tahun 2004).

### Konsentrasi Logam Berat dalam Air dan Sedimen

Logam berat yang bersifat toksik maupun yang bersifat esensial dapat masuk ke dalam perairan dan selanjutnya dapat mencemari perairan seperti perairan laut di Kepulauan Seribu, termasuk di Pulau Panggang dan Pulau Karya. Kandungan logam berat pada air dan pada sedimen di perairan Pulau Panggang dan Pulau Karya dapat dilihat pada Tabel 2.

Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang bersifat toksik, pada konsentrasi yang sangat tinggi dapat bersifat racun dan berbahaya untuk kehidupan. Konsentrasi rata-rata logam Cd di perairan sekitar Pulau Panggang dan Pulau Karya berkisar antara 0,0006-0,004mg/L (Tabel 2). Konsentrasi rata-rata logam Cd di perairan sekitar Pulau Panggang dan Pulau Karya pada bulan Oktober masing-masing mencapai 0,003 dan 0,004 mg/L. Konsentrasi tersebut telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Kepmen LH No. 51 tahun 2004, yang hanya memperbolehkan Cd hingga 0,001mg/L. Kandungan logam berat Cd yang melebihi ambang batas yang sudah ditentukan sangat perlu diwaspadai, mengingat akan sangat membahayakan makhluk hidup yang ada di dalamnya.

Konsentrasi rata-rata logam Cd pada sedimen perairan sekitar Pulau Panggang dan Pulau Karya berkisar antara 0,2-4,0 mg/kg. Hasil analisis kadmium terhadap sedimen di perairan Pulau Panggang dan Pulau Karya dibandingkan dengan kadar alamiah dari Reseau 'd Observation (RNO 1981) dan EPA (1999), menunjukkan bahwa sedimen perairan Pulau Panggang dan Pulau Karya secara umum dalam kisaran normal masing-masing dibawah <2,0000 ppm dan <1,0000 ppm).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang bersifat toksik serta berbahaya untuk kehidupan. Konsentrasi rata-rata logam Pb di perairan sekitar Pulau Panggang dan Pulau Karya berkisar antara 0,0015-0,0025 mg/L. Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi timbal pada bulan April dan Juli, umumnya memiliki konsentrasi yang masih jauh dibawah

Tabel 2 Rata-rata kandungan logam berat Cd dan Pb pada air (mg/L) dan sedimen (mg/kg)

Bulan	Cd				Pb			
	Panggang		Karya		Panggang		Karya	
	Air	Sedimen	Air	Sedimen	Air	Sedimen	Air	Sedimen
April	0,0007	0,20	0,00095	0,20	0,0025	0,50	0,0025	0,60
Juli	0,0006	0,30	0,001	3,90	0,0015	0,40	0,0025	0,40
Oktober	0,0030	0,50	0,004	4,00	0,0175	0,45	0,0180	0,65

Keterangan: Baku mutu Cd pada air berdasarkan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 adalah 0,001ppm. Baku mutu Cd pada sedimen berdasarkan RNO (1981) adalah 2,00ppm. Baku mutu Pb pada air berdasarkan Kepmen LH No. 51 tahun 2004 adalah 0,008ppm. Baku mutu Pb pada sedimen berdasarkan RNO (1981) adalah 10,0000 ppm

baku mutu. Konsentrasi timbal di perairan Pulau Karya pada bulan Juli dan Oktober jauh di atas baku mutu yang ditetapkan oleh Kepmen LH No.51 tahun 2004, yang hanya memperbolehkan Pb hingga 0,008 mg/L.

Konsentrasi timbal dalam sedimen di perairan Pulau Panggang dan Pulau Karya berkisar antara 0,4-0,65 mg/kg. Konsentrasi timbal pada sedimen, umumnya masih berada di bawah ambang batas bawah yang ditetapkan yaitu dibawah 10,0000 ppm (RNO 1981) dan dibawah 5,0000 ppm (EPA 1999) serta baku mutu dari IADC/CEDA (1997) yang mensyaratkan level limit < 530,0000 ppm dan level target <85,0000 ppm.

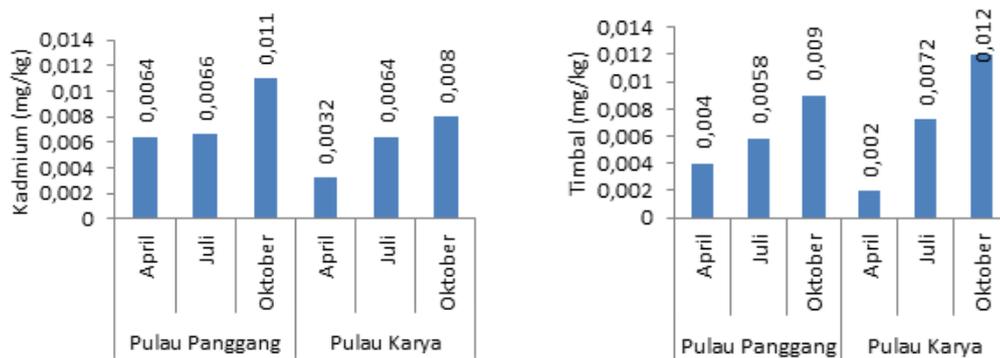
Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa ada kecenderungan nilai konsentrasi logam berat baik yang terlarut dalam air, maupun yang mengendap dalam sedimen meningkat pada bulan Oktober yang merupakan awal musim penghujan. Volume air yang terdapat dalam laut idealnya saat musim hujan terjadi pengenceran terhadap bahan pencemar seperti logam berat, sehingga konsentrasinya seharusnya menjadi rendah, namun pada kenyataannya justru malah terjadi kenaikan konsentrasi logam berat pada musim penghujan (bulan Oktober). Hasil wawancara penulis dengan para nelayan di Teluk Jakarta, ada indikasi bahwa masih ada oknum (industri) yang menggelontorkan limbah yang mengandung logam berat ke dalam perairan pada saat hari hujan, sehingga konsentrasi bahan pencemar terutama yang masuk ke dalam limbah B3 seperti logam berat, meningkat pada musim hujan.

### Konsentrasi Logam Berat pada Kerang Kapak-Kapak

Kerang-kerangan merupakan biota air yang hidupnya relatif menetap (sesil), sehingga sering digunakan untuk memonitor pengaruh pencemaran logam berat terhadap kualitas air. Kerang kapak-kapak merupakan kerang yang ada di perairan Kepulauan Seribu, hidupnya sessil, dikonsumsi manusia, laku di pasaran, bahkan juga merupakan salah satu komoditi ekspor, maka kerang kapak-kapak dipilih sebagai sampel untuk keperluan analisis bioakumulasi logam berat pada hewan laut. Hasil analisis tersebut dapat dimanfaatkan untuk memantau pencemaran di suatu lingkungan yang dianggap tercemar logam berat, namun apabila hanya sedikit mengakumulasi logam berat, maka kerang-kapak-kapak dapat dijadikan sebagai sumber nutrisi yang sangat baik untuk kesehatan.

Hasil analisis logam kadmium pada kerang kapak-kapak berkisar antara 0,0067-0,0110 mg/kg (stasiun Pulau Panggang) dan 0,0035-0,0080 mg/kg (stasiun Pulau Karya) (Gambar 1). Hasil analisis logam timbal pada kerang kapak-kapak berkisar antara 0,0043-0,0090 mg/kg (stasiun Pulau Panggang) dan 0,0025-0,0120 mg/kg (stasiun Pulau Karya) (Gambar 1).

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa logam berat kadmium dan timbal pada kerang kapak-kapak belum melewati baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah (Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan RI No. HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009), yang mensyaratkan agar konsentrasi kadmium pada bahan makanan



Gambar 1 Kandungan (a): kadmium dan (b): timbal pada kerang kapak-kapak

<1,0 mg/kg dan mensyaratkan agar konsentrasi timbal pada bahan makanan <1,5 mg/kg. Kerang kapak-kapak yang hidup di Perairan Kepulauan Seribu (yang diwakili oleh kapak-kapak yang berada di sekitar perairan laut Pulau Panggang dan Pulau Karya) masih aman untuk dikonsumsi, dan relatif baik sebagai sumber nutrisi yang kaya akan asam amino esensial, asam lemak tidak jenuh dan sebagai sumber mineral. Tubuh kerang kapak-kapak terdeteksi logam berat Cd dan Pb yang sifatnya akumulatif dalam tubuh, sehingga walau masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan, konsumsi daging kerang kapak-kapak yang berasal dari Pulau Seribu, tetap harus dibatasi.

### Korelasi Konsentrasi Logam Berat pada Air Laut dan pada Sedimen

Kadmium dalam air laut dan sedimen di Pulau Panggang memiliki korelasi 0,99413, sedangkan nilai korelasi kadmium dalam air laut dan sedimen di Pulau Karya adalah 0,70264 (Tabel 3). Nilai korelasi di Pulau Panggang yang tinggi memperlihatkan hubungan yang sangat erat antara kadmium di air dan sedimen, dengan koefisien determinasinya yang mencapai 98,83%. Korelasi antara kadmium dalam air laut dan sedimen di Pulau Karya, nilainya rendah yakni 0,70264 dengan koefisien determinasinya yang hanya 59,37%. Logam berat timbal dalam air laut dan sedimen di Pulau Panggang memiliki korelasi yang lebih besar dibanding di Pulau Karya, yakni nilai korelasi di Pulau Panggang 0,83211 dengan koefisien determinasinya 69,24%, sedangkan nilai korelasi di Pulau Karya 0,00894 dengan koefisien determinasinya 0,008%.

Logam berat di air dan sedimen di perairan di dua pulau, Kepulauan Seribu secara umum memiliki korelasi positif. Hasil ini memberikan indikasi ada keterkaitan antara logam berat Cd di air dan di sedimen namun demikian hubungan tersebut bervariasi antar stasiun tergantung pada kondisi air dan substrat dasar perairan di lokasi tersebut. Arus di perairan juga akan mempengaruhi interaksi antara air dan sedimen. Konsentrasi logam berat dalam substrat/sedimen secara alami menggambarkan keberadaan logam berat tertentu/deposit mineral. Logam berat di perairan seringkali dihubungkan dengan partikel tersuspensi dan sedimen, bahkan sedimen lebih stabil atau kurang mobile dibandingkan dengan kolom air.

Kandungan logam berat di sedimen tergantung pada komposisi kimia dan mineral sedimen. Kondisi oksigen rendah akan mengakibatkan terjadinya proses reduksi, sehingga senyawa kimia yang dominan terbentuk adalah  $S^{2-}$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $N_2$ ,  $Fe^{2+}$  dan  $Mn^{2+}$  yang bereaksi membentuk endapan kompleks. Senyawa kimia yang dominan terbentuk pada kondisi oksidasi adalah  $SO_4^{2-}$ ,  $CO_2$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Fe^{3+}$  dan  $Mn^{4+}$  yang bereaksi membentuk endapan kompleks, demikian pula dengan  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  (Simpson *et al.* 2005), sehingga logam berat akan sulit untuk lepas kembali ke dalam perairan, seperti yang terjadi di Pulau Karya. Pulau Karya relatif tidak terdapat kegiatan antropogenik, di Pulau tersebut hanya terdapat rumah dinas yang sangat jarang ditempati, sehingga relatif sedikit bahkan tidak ada bahan organik yang masuk. Bahan organik tersebut akan diuraikan tanpa ada masalah apapun mengingat jumlah yang ada masih

Tabel 3 Korelasi logam berat kadmium dan timbal antara air dan sedimen di Pulau Panggang dan Pulau Karya

Stasiun	Jenis logam berat	Analisis regresi		
		Persamaan	R (%)	r
Pulau Panggang	Kadmium (Cd)	$y = 160,9606x - 0,0014$	98,83	9,9413
Pulau Karya	Kadmium (Cd)	$y = 1.043,7932x + 0,9716$	49,37	7,0264
Pulau Panggang	Timbal (Pb)	$y = 17,5409x - 0,4099$	69,24	8,3211
Pulau Karya	Timbal (Pb)	$y = 6,2162x - 0,5139$	0,008	0,0894

Keterangan: y= nilai logam berat di sedimen; x= nilai logam berat di air, R= koefisien determinasi; r= koefisien korelasi

Tabel 4 Korelasi logam berat kadmium dan timbal di air dan kerang kapak-kapak di stasiun Pulau Karya dan stasiun Pulau Panggang

Stasiun	Jenis logam berat	Analisis regresi		
		Persamaan	R (%)	r
Pulau Panggang	Kadmium (Cd)	$y = 1,1855x + 0,0044$	97,72	0,9885
Pulau Karya	Kadmium (Cd)	$y = 1,3677x + 0,0055$	87,00	0,9327
			92,36	0,9606
Pulau Panggang	Timbal (Pb)	$y = 17,5409x - 0,4099$	69,24	8,3211
Pulau Karya	Timbal (Pb)	$y = 6,2162x - 0,5139$	0,008	0,0894
			80,62	0,9000

Keterangan:  $y$ = nilai logam berat di sedimen;  $x$ = nilai logam berat di air, R= koefisien determinasi;  $r$ = koefisien korelasi

jauh dibawah kapasitas asimilatifnya. Hal ini terbukti dengan jenis substrat di Pulau Karya yang hanya terdiri dari pasir. Dasar perairan yang terdiri dari Fe dan Mn, membuat logam berat yang ada terikat dengan kuat, dan sulit untuk dilepas, sehingga korelasi antara logam berat pada sedimen dan pada air menjadi sangat rendah.

Pulau Panggang mempunyai kegiatan antropogenik yang cukup banyak, pulau berpenghuni yang jumlah penduduknya cukup banyak, sehingga potensi untuk menghasilkan bahan organik menjadi tinggi. Kegiatan antropogenik yang tinggi di sekitar Pulau Panggang mengakibatkan *Total Suspended Solid* (TSS) menjadi tinggi yang ditandai dengan lebih keruhnya perairan yang berada di Pulau Panggang. Kondisi tersebut mengakibatkan potensi bahan organik dalam sedimen juga menjadi tinggi. Bahan organik lebih mudah mengakumulasi logam berat, namun juga lebih mudah melepaskan logam berat (Riani 2012). Hal tersebut mengakibatkan mudah terlepasnya logam berat dari sedimen, sehingga keeratan hubungan antara logam berat dalam air dan dalam sedimen, baik untuk logam berat kadmium maupun logam berat timbal menjadi tinggi.

#### Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat dalam Air Laut dan Kerang Kapak-kapak

Korelasi logam berat di air dan kerang pada stasiun Pantai Pulau Karya dan stasiun Pantai Pulau Panggang (Tabel 4) memperlihatkan bahwa korelasi antara logam berat di air dan kerang kapak-kapak memiliki

nilai yang berbeda antar stasiun maupun antar logam berat itu sendiri. Logam kadmium memiliki korelasi 0,9885 di stasiun Pulau Karya dan 0,9327 di stasiun Pulau Panggang dengan rata-rata 0,9606. Kadmium memiliki korelasi yang sangat kuat antara air dan kerang (>50,00 yaitu mendekati  $\approx 1$ ), dengan koefisien determinasi mencapai 92,36%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa keberadaan kadmium di kerang memiliki hubungan yang sangat erat dengan keberadaan kadmium di perairan. Timbal seperti halnya kadmium memiliki korelasi yang kuat antara di air dan kerang (rata-rata korelasi 0,9000). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan timbal di tubuh kerang sangat erat hubungannya dengan keberadaan timbal di kolam perairan dengan koefisien determinasi mencapai 80,62%.

#### Hubungan antara Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen Laut dan Kerang Kapak-kapak

Korelasi logam berat antara sedimen dan kerang kapak-kapak di stasiun Pantai Pulau Panggang dan stasiun Pantai Pulau Karya, memiliki nilai yang berbeda antara stasiun maupun antara logam berat itu sendiri. Logam kadmium memiliki korelasi antara sedimen dan kerang berkisar antara 0,5872-0,9662 dengan rata-rata 0,7767 (Tabel 5). Nilai korelasi menunjukkan bahwa kadmium memiliki korelasi yang kuat antara sedimen dan kerang (>50,00). Keberadaan Cd di kerang dipengaruhi oleh konsentrasi kadmium di sedimen meski dipengaruhi tidak setinggi antara air dan kerang (koefisien determinasi sebesar 63,92 %).

Tabel 5 Korelasi logam berat kadmium dan timbal di sedimen dan kerang kapak-kapak di stasiun Pulau Karya dan stasiun Pulau Panggang

Stasiun	Jenis logam berat	Analisis regresi		
		Persamaan	R (%)	r
Pulau Panggang	Kadmium (Cd)	$y = 0,0080x + 0,0042$	34,48	0,5872
Pulau Karya	Kadmium (Cd)	$y = 0,0007x + 0,0062$	93,36	0,9662
			63,92	0,7767
Pulau Panggang	Timbal (Pb)	$y = 0,0255x + 0,0151$	27,43	0,5237
Pulau Karya	Timbal (Pb)	$y = 0,0124x + 0,0127$	92,64	0,9625
			60,04	0,74

Keterangan:  $y$ = nilai logam berat di sedimen;  $x$ = nilai logam berat di air,  $R$ = koefisien determinasi;  $r$ = koefisien korelasi

Korelasi logam berat timbal antara sedimen dan kerang kapak-kapak sama dengan kadmium, memiliki korelasi yang cukup erat antara di sedimen dan kerang (rata-rata korelasi 0,74%) (Tabel 5). Hal tersebut memperlihatkan bahwa keberadaan timbal di tubuh kerang sangat erat hubungannya dengan keberadaan timbal di sedimen (koefisien determinasi mencapai 60,04%). Korelasi logam berat di stasiun Pulau Panggang yang tingginya dibanding dengan stasiun Pulau Karya, diduga ada kaitannya dengan kemampuan kerang untuk mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. Riani (2009) menyatakan bahwa pada spesies yang sama yang ukurannya lebih besar atau berumur lebih tua mengakumulasi logam berat lebih tinggi dibandingkan spesies yang sama dengan ukuran kecil atau yang masih muda.

Kerang kapak-kapak (*Pinna muricata*) yang ditemukan pada stasiun Pulau Karya mempunyai ukuran yang lebih besar dibanding yang ditemukan pada stasiun Pulau Panggang. Apabila diasumsikan bahwa ukuran identik dengan umur, maka ukuran kapak-kapak di Pulau Karya yang ukurannya lebih besar, mempunyai umur yang lebih tua dibanding kapak-kapak yang terdapat di Pulau Panggang. Ukuran dan umur kerang kapak-kapak yang berbeda di kedua pulau tersebut dengan jumlah logam berat yang terdapat dalam tubuhnya, dapat dikatakan bahwa akumulasi logam berat pada kerang kapak-kapak, yang terdapat di Pulau Panggang (umurnya lebih muda) dan di Pulau Karya (umurnya lebih tua), memperlihatkan

korelasi yang positif antara umur dan kemampuan untuk mengakumulasi logam. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Aunurrohmah *et al.* (2008) pada spesies *Anadara scapha* dan *Gafrarium tumidum*, serta penelitian Riani (2009) terhadap kerang hijau (*Perna viridis*), bahwa pada ukuran yang lebih besar atau pada kapak-kapak yang berumur lebih tua, mengakumulasi logam berat lebih tinggi dibandingkan pada kapak-kapak yang berukuran kecil atau yang masih muda. Riani (2009) mengatakan bahwa kecepatan akumulasi pada kerang yang lebih muda sangat tinggi, dan menurun seiring dengan bertambahnya usia, namun demikian karena akumulasi berjalan terus, maka jumlah logam berat yang diakumulasi pada usia tua menjadi lebih tinggi. Hal tersebut terjadi karena akumulasi logam berat tidak identik dengan pertumbuhan, akumulasi bahan berbahaya dan beracun (B3) akan terus terjadi selama biota hidup, dan selama habitatnya terkontaminasi B3; atau dengan kata lain akumulasi terjadi, selama biota terpapar oleh B3 yang ada dalam lingkungannya. Terkait dengan penelitian ini terlihat bahwa pada logam Cd, fenomena yang sama juga terjadi, yakni pada kerang kapak-kapak yang berukuran lebih besar (lebih tua) konsentrasi logam berat yang diakumulasi juga lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Kualitas air di Pulau Panggang dan Pulau Karya mengarah ke kurang baik (pH mendekati pH normal, salinitas menurun, dan temperatur tinggi). Kontaminasi logam berat Cd dan Pb pada air di bulan April dan Juli

di kedua pulau, masih berada di bawah baku mutu Kepmen LH No. 51 tahun 2004, namun pada Oktober (awal musim penghujan), Cd dan Pb melebihi baku mutu. Kontaminasi Cd dan Pb pada sedimen di kedua pulau dibawah baku mutu RNO (1981), namun kontaminasi Cd dalam sedimen di Pulau Karya pada Juli dan Oktober diatas baku mutu. Kontaminasi Cd dan Pb pada kerang kapak-kapak di bawah baku mutu Dirjen POM RI No. HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009. Korelasi Cd dan Pb antara air dan sedimen, memiliki hubungan positif. Korelasi Cd dan Pb antara air dan kerang, paling kuat dibanding korelasi logam berat antara air dan sedimen, kadmium memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan timbal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] America Public Health Association. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Aunurohim GR, Fichet D. 2008. Konsentrasi Logam Berat Pada Macrofauna Benthik di kepulauan Kangean, Madura. <http://www.foxitsoftware.com>.
- [BPOM] Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia. 2009. HK.00.06.1.52.4011 Tahun 2009. Penetapan Batas Maksimum Cemar Mikroba dan Kimia Dalam Makanan. Jakarta: Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia.
- Cordova MR. 2011. Heavy metals Bioaccumulation and Green Mussels (*Perna viridis*) Malformation in Jakarta Bay Waters. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Cordova MR, Riani E. 2011. Concentration of heavy metals (Hg, Pb, Cd) in water and sediment in Muara Angke, Jakarta. *Journal Hidrosfir Indonesia*. 6(2): 107-1124.
- [EPA] US Environmental Protection Agency. 1999. Sediment toxicity and fate of synthetic pyrethroids. Science Advisory Panel Final Report. Office of Pesticide Programs, US Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Hindarti D, Arifin Z, Prartono T, Riani E, Sanusi HS. 2015. Toxicity of ammonia to benthic amphipod *Grandidierella bonnieroides*: Potential as confounding factor in sediment bioassay. *Journal of Marine Sciences*. 20(3): 1-13.
- [IADC/CEDA] International Association of Dredging Companies. 1997. Terra et Aqua- Number 66- March. Den Haag: International Association of Dredging Companies.
- [Kepmen LH] Keputusan Menteri Lingkungan Hidup. 2004. No. 51 tahun 2004. Tentang "Penetapan Baku Mutu Air Laut". Jakarta: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup.
- Simpson SL, Batley GE, Chariton AA, Stauber JL, King CK, Chapman JC, Hynes RV, Gale SA, Roach AC, Maher WA. 2005. Handbook for Sediment Quality Criteria. CSIRO. 111p.
- Qin D, Haifeng J, Shuyan B, Shizhan T, Zhenbo M. 2015. Determination of 28 trace elements in three farmed cyprinid fish species from Northeast China. *Food Control*. 50: 1-8.
- Rahardjo. 2005. Hasil Penelitian. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan.
- Riani E. 2004. Utilization of green mussel as a biofilter of a heavy metals on Jakarta Bay. Institute of Research and Community Services, Bogor Agricultural University and Government of DKI Jakarta Province.
- Riani E. 2006. Assessment of green mussel culture existence in Jakarta Bay. Collaboration between Institute of Research and Community Services, Bogor Agricultural University and Government of DKI Jakarta Province.
- Riani E. 2009. Small size green mussel (*Perna viridis*) as "vacuum cleaner" for liquid waste. *Jurnal Alami, Air, Lahan, Lingkungan dan Mitigasi Bencana*. 14(3): 24 – 30.
- Riani E. 2010. Mercury (Hg) contamination in the body organ of common ponyfish (*Leiognathus equulus*) in Ancol Waters, Jakarta Bay. *J. Teknol. Lingkungan, Agency for the Assessment and Application of Technology*. 11(2): 313-322.
- Riani E. 2011. Reproductive disorder due to heavy metal contamination in green mussels (*Perna viridis*) cultured in Muara

- Kamal Waters, Jakarta Bay. *Journal Moluska Indonesia*. 2(2): 67-74.
- Riani E, Cordova MR, Afif MA. 2015. Carrying capacity and assimilative capacity of rivers empty into Jakarta Bay (unpublished results).
- Riani E. 2012. Perubahan Iklim dan Kehidupan Biota Akuatik (Bioakumulasi Bahan Berbahaya dan Beracun dan Reproduksi). Bogor (ID): IPB Press.
- [RNO] Du Reseau National' D' Observation. 1981. Hydrobiologie. Du Bassin De Marennes.Oleron. Annales De La Socciete Des Sciences Naturelles.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 7387. 2009. Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan.
- Sudjana. 2001. Teknik Analisis Regresi dan Korelasi bagi para Peneliti. Bandung.
- Takarina ND, Bengen DG, Sanusi HS, Riani E. 2013. Geochemical fractionation of copper (Cu), lead (Pb), and zinc (Zn) in sediment and their correlations with concentrations in Bivalve Mollusc *Anadara indica* from coastal area of Banten Province, Indonesia. *Int. J. Mar. Sci.* 3(30): 238-243.