BIOKONSENTRASI LOGAM BERAT BESI (Fe) PADA KERANG HIJAU DI PANTAI MOROSARI, DEMAK

Daviani Widawati, Siti Rudiyanti, Wiwiet Teguh Taufani

Program Studi Manejemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro

Abstrak

Pantai Morosari, Demak merupakan salah satu perairan yang dapat terindikasi tercemar logam berat. Logam berat yang berasal dari beberapa sumber salah satunya adalah besi (Fe). Fe dapat terendap, terlarut hingga terakumulasi pada biota air. Salah satu komoditi perikanan dari Morosari yang dapat terpapar Fe adalah Kerang Hijau. Manusia dapat terpapar Fe dari mengkonsumsi ikan/kerang yang berasal dari perairan tercemar. Tujuan penelitian ini mengetahui konsentrasi Fe di air Kerang Hijau. Penelitian dilakukan pada tiga stasiun di Pantai Morosari dan pemeriksaan logam berat di Laboratorium Kimia Unnes pada bulan Desember 2019. Penelitian ini menggunakan metode survei dan teknik sampling menggunakan *purposive random sampling*. Pengujian logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan analisis konsentrasi dihitung melalui faktor biokonsentrasi. Konsentrasi Fe pada air berkisar 1,587 - 1,658 mg/l. Konsentrasi logam berat pada plankton berkisar 306,9 - 408,2 mg/l dan Kerang Hijau berkisar 3,602 - 17,590 mg/l, hasil ini melebihi baku mutu berdasarkan USEPA (2004) dan BSN (2009). Nilai Faktor Biokonsentrasi Kerang Hijau terhadap air berkisar 2,215 - 10,996. *Maximum Tolerable Intake* orang dewasa rata-rata 41,13 kg/minggu, dan 12,34 kg/minggu untuk anak-anak.

Kata kunci: Biokonsentrasi, Besi (Fe), Morosari.

Abstract

Morosari Coast that is located in Demak is one of waters which is indicated to be polluted by heavy metal. Fe is one of the source of the heavy metal. It can be precipitated, dissolved, and accumulated in aquatic biota. Mussels, the fishery commodity of Morosari can be polluted by Fe. Humans can be exposed of Fe from consuming fishes or mussels in that polluted water. The aim of the research is to investigate the concentration of Fe in the water and mussels. This research was conducted in three stations in Morosari Coast and the test of heavy metal was conducted in Chemistry Laboratory of Universitas Semarang in December 2019. This research used survey method an the sampling method used purposive random sampling. Heavy metal test used Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The analysis was counted through bioconcentration factors. The concentration of Fe in water was approximately 1.587 – 1.658 mg/l and in mussels was about 3.602 – 17.590 mg/l, this result exceeded the quality standards of USEPA (2004) and BSN (2009). The grade of Factor Bioconcentration in mussels towards the water was about 2.215 – 10.996. Maximum Tolerable Intake for adults is 41.13 kg/week, and Maximum Tolerable Intake for children is 12.34 kg/week.

Keywords: Bioconcentration, Iron (Fe), Morosari.

PENDAHULUAN

Semakin tingginya intensitas kegiatan masyarakat untuk memanfaatkan wilayah pesisir, adanya kesadaran yang kurang dalam melestarikan lingkungan, maka dapat menyebabkan pencemaran. Jenis bahan pencemar pada pesisir seperti sampah hingga logam berat. Pantai Morosari, Sayung, Demak dapat tercemar sampah hingga logam berat dari beberapa jenis kegiatan masyarakat di sekitar perairan sungai hingga pesisir. Dari beberapa jenis industri yang terletak di sekitar Sayung, dapat menyumbang cemaran logam berat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Setiawan *et al.* (2012) bahwa pada seluruh stasiun di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol telah tercemar logam berat Cr, dimana telah melampaui baku mutu untuk biota laut dan wisata bahari.

Logam berat yang biasa ditemukan di perairan dapat berasal dari limbah industri seperti timbal, kromium, kadmium, merkuri, besi hingga seng. Logam berat besi (Fe) merupakan salah satu logam berat yang bersifat esensial pada tubuh, pada jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh, akan tetapi bersifat racun apabila jumlah tinggi. Logam berat besi (Fe) pada perairan Morosari sudah melebihi baku mutu menurut penelitian Firmansyaf *et al.* (2013) bahwa kadar logam berat besi (Fe) pada bulan Juli 2010 air di Muara Sungai Morosari dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung sudah melebihi baku mutu air limbah menurut Perda Nomor 10 tahun 2011 yaitu lebih dari 5 mg/l.

Salah satu komoditi perikanan dari Morosari adalah Kerang Hijau (*Perna viridis*), dan biota ini dapat menjadi bioindikator lingkungan. Kerang Hijau memiliki sifat *filter feeder* menyaring plankton dari air untuk makan, apabila plankton pada perairan tersebut terakumulasi logam Fe maka dapat mengkontaminasi Kerang Hijau. Konsentrasi logam berat besi (Fe) pada tubuh Kerang Hijau akan lebih banyak dibandingkan pada jaringan plankton (Haryono *et al.,* 2017).

Apabila manusia memakan Kerang Hijau yang terkontaminasi logam berat besi (Fe) dikhawatirkan dapat meningkatkan biomagnifikasi pada manusia. Mencegah terjadinya dampak buruk yang diakibatkan dari konsumsi Kerang Hijau yang terkontaminasi logam berat terdapat perhitungan batas aman konsumsi. Menurut Barokah *et al.* (2019) bahwa

Kerang Hijau yang berasal dari perairan tercemar, terutama logam berat, yang telah melebihi baku mutu dapat membahayakan kesehatan manusia apabila dikonsumsi berlebihan. Sehingga diperlukan penelitian mengenai logam berat di air hingga biota di dalamnya dan batas aman untuk konsumsi Kerang Hijau di suatu perairan yang terpapar logam berat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi logam berat besi (Fe) pada air dan Kerang Hijau serta batas aman konsumsi per minggu terhadap Kerang Hijau.

MATERI DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan analisis deskriptif dalam pengumpulan data. Penentuan lokasi sampling menggunakan teknik *purposive random sampling.*

Pengumpulan Data

Kualitas Air

Pengukuran suhu air menggunakan termometer air raksa. Pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter. Kadar keasaman diukur menggunakan pH meter. Salinitas diukur menggunakan refraktometer. Kedalaman dan kecerahan perairan diukur menggunakan *Secchi disk.*

Air

Air sampel diambil dengan menggunakan Nanssen *water sampler* untuk menjangkau kedalaman tertentu. Setiap titik diambil 1 liter air untuk kemudian dikompositkan untuk setiap stasiun, dengan masing-masing sample per titik sebanyak 150 ml. Kemudian sampel air disaring dengan menggunakan kertas saring halus berukuran 0,45µm untuk memisahkan air dari partikel-pertikel lainnya. Pengujian logam berat pada air dilakukan dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) mengacu pada SNI 6989.4:2009 tentang Cara Uji Besi (Fe) Secara Spektrofotometri Serapan Atom.

Kerang Hijau

Pengambilan Kerang Hijau diambil pada tiap titik dengan acak dengan bantuan nelayan sekitar, dan berdasarkan ukuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi sesuai dengan pernyataan nelayan sekitar. Kerang dilakukan destruksi untuk kemudian

diukur kandungan logam berat menggunakan AAS mengacu pada SNI 6989.4:2009.

Analisis Data

Faktor Biokonsentrasi

Faktor biokonsentrasi atau *bioconcentration factor* (BCF) merupakan rasio dari konsentrasi zat di dalam jaringan organisme akuatik dengan konsentrasi dalam air, situasi organisme terkena melalui air saja dan rasio tidak berubah secara substansial waktu. BCF berdasarkan *Environmental Protection Agency* (2000) dapat dihitung dengan rumus:

$$BCF = \frac{Ct}{Cw}$$

Keterangan:

Ct : Konsentrasi logam dalam biota

Cw : Konsentrasi logam dalam air

Batas Konsumsi Kerang

Batas konsumsi digunakan untuk mengetahui batasan maksimum dimana manusia dapat mengkonsumsi kerang hijau, khususnya yang telah terkontaminasi logam berat. Hal ini diharapkan dapat mencegah efek negatif untuk kesehatan manusia yang mengkonsumsi kerang hijau. Batasan konsumsi yang aman dihitung dengan perhitungan *maximum weekly intake* yang diterbitkan oleh WHO dan JEFCA (*Joint Committee on Food Additive*) mengunakan rumus (Mirawati *et al*., 2016):

$$MWI = \text{Berat badan}^{(a)} \times PTWI^{(b)}$$

Keterangan:

MWI : *Maximum weekly intake* (mg/minggu)

(a) : Asumsi berat badan 50 kg untuk orang dewasa dan 15 kg untuk anak-anak (Kemenkes RI, 2010)

(b) : PTWI (angka toleransi batas maksimum perminggu) (Fe 5,6 mg/kg.kg/week)

Kemudian dihitung nilai *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dengan rumus:

$$MTI = \frac{MWI}{Ct}$$

Keterangan:

MTI : *Maximum Tolerable Intake* (kg/minggu)

MWI : Maximum weekly intake (mg)

Ct : Konsentrasi logam berat yang ditemukan dalam jaringan lunak (mg/kg)

Nilai Bahaya Target

Target Hazard Quotients (THQ) digunakan untuk menentukan nilai kerugian kesehatan karena logam berat. THQ dengan rumus yang telah ditetapkan USEPA (Rayyan *et al.*, 2019):

$$THQ = \frac{(EF \times ED \times CR \times Mc)}{(ORD \times ABW \times AET)} \times 10^{-3}$$

Keterangan:

THQ : *Target Hazard Quotients*

EF : Frekuensi paparan (365 hari/tahun)

ED : Durasi paparan (rata-rata harapan hidup manusia 70 tahun)

CR : Tingkat konsumsi (Konsumen level tinggi: 35,7 gram/hari, Konsumen level menengah: 17,86 gram/hari)

Mc : Rata-rata konsentrasi logam pada kerang

ORD : Referensi dosis konsumsi Fe (0,8 mg/kg.berat badan/hari)

ABW : Rata-rata berat badan (50 kg untuk orang dewasa)

AET : Rata-rata waktu paparan non karsinogenik (365 hari/tahun x 70 tahun)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi logam berat besi (Fe) pada air dan Kerang Hijau disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Logam Berat Besi (Fe) pada Air dan Kerang Hijau

Sampel	Fe (mg/l)			Baku Mutu
	I	II	III	
Air	1,587	1,626	1,658	*0,3
Kerang Hijau	17,450	3,602	17,590	**1

*USEPA *for water+organism*, 2004

**BSN SNI No. 7387 Tahun 2009 tentang Batas Maksimal Cemaran Logam Berat dalam Pangan

Kandungan logam berat besi (Fe) pada perairan Pantai Morosari di ketiga stasiun telah melebihi baku mutu berdasarkan USEPA (2004) untuk perairan dan biota sebesar 0,3 mg/l. Menurut penelitian Firmansyaf *et al.* (2013) bahwa konsentrasi logam berat Fe air di Sungai Morosari pada bulan November 2011 cenderung lebih rendah dari bulan Juli 2010. Salah satu faktor penyebab adalah bulan November 2011 termasuk musim penghujan, dan Juli 2010 termasuk musim kemarau hingga volume air sungai bagian hulu menjadi lebih pekat dengan limbah dan mengalir ke hilir.

Faktor yang mempengaruhi konsentrasi logam berat besi yaitu sumber logam berat dan kualitas perairan. Kandungan logam berat besi (Fe) pada air diduga berasal dari buangan limbah pabrik, domestik, sampai dari kendaraan kapal yang mengandung besi padat dan mengalami korosi. Letak pengambilan sampel juga diduga mempengaruhi hasil konsentrasi, yaitu di dekat Muara Sungai Morosari Sayung yang dapat membawa sumber cemaran dari hulu ke hilir. Menurut Moriarty (1988) dalam Firmansyaf *et al.* (2013) bahwa kenaikan nilai logam berat Fe di air dikarenakan adanya hasil

buangan dari aktifitas di darat oleh masyarakat, seperti limbah industri di sekitar Sungai Morosari dan Sungai Gonjol. Adanya pengaruh arus sungai dan pasang surut dapat menyebarkan logam berat ke arah hilir. Perbedaan nilai logam berat Fe di antara Juli 2010 dan November 2011 karena adanya hubungan dari hasil limbah yangdibuang dan faktor arus dan pasang surut yang membawa air dari hulu ke muara.

Konsentrasi logam berat besi (Fe) pada Kerang Hijau memiliki nilai yang tinggi, terutama pada stasiun I dan III. Konsentrasi logam berat besi (Fe) pada Kerang Hijau lebih tinggi daripada di air. Hal ini menandakan adanya akumulasi pada Kerang Hijau. Menurut Amansyah dan Syarif (2015) bahwa terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat akumulasi logam berat pada biota. Seperti jenis logam berat yang masuk ke perairan, jenis atau ukuran suatu biota, lama pemaparan dan kualitas lingkungan perairan

Berdasarkan perhitungan *bioconcentration factor* bahwa BCF Kerang Hijau pada stasiun I, II dan III adalah 10,996; 2,215 dan 10,669. Antara logam berat besi (Fe) biokonsentrasi dari air ke Kerang Hijau dengan sifat akumulatif rendah (nilai BCF <100mg/kg). Pada Kerang Hijau terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi akumulasi logam berat besi (Fe), yaitu kemampuan filtrasi kerang, sumber logam berat, umur kerang, lama pemaparan di perairan tercemar logam, kualitas air, hingga adaptasi fisiologis yang dimiliki oleh kerang. Menurut Wardoyo (1981) *dalam*Liliandari dan Aunurohim (2013) bahwa laju filtrasi mempengaruhi sistem jaringan insang Kerang Hijau dalam menyaring makanan.logam berat dapat terakumulasi pada insang, dan akan mengeluarkan lendir yang menyelimuti insang sebagai respon.

Batas konsumsi maksimum Kerang Hijau dihitung dalam waktu per minggu untuk orang dewasa didapatkan *Maximum Weekly Intake* (MWI) sebesar 280 mg Fe.berat badan/minggu, dan rata- rata dari *Maximum Tolerable Intake* (MTI) sebesar 41,13 kg/minggu. Dan untuk anak-anak didapatkan MWI sebesar 84 mg Fe.berat badan/minggu, dan MTI rata-rata 12,34 kg/minggu.

Batas aman maksimum per minggu dapat menurun atau meningkat seiring dengan rendah atau tingginya berat badan seseorang. Akan tetapi batas aman ini tidak sepenuhnya dapat dikonsumsi mengingat kebutuhan

manusia yang tidak setinggi itu dalam membutuhkan besi (Fe) dalam tubuh. Menurut Adhani dan Husaini (2017) bahwa umumnya manusia mendapatkan kurang lebih 10-20 mg Fe/hari melalui makanan. Besi (Fe) yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan usus dan kematian, dan dapat terakumulasi dalam paru-paru apabila terpapar debu besi (Fe).

Nilai *Target Hazard Quotients* (THQ) berada di >1, dimana pada konsumen level atas (HLM) adalah 9,07 dan pada konsumen level menengah (ALM) adalah 4,54. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pemaparan logam berat besi (Fe) lebih tinggi daripada ORD (referensi dosis konsumsi), paparan harian ini cenderung membuat dampak negatif bagi kesehatan. Berbeda dengan penelitian oleh Rayyan *et al*. (2019) bahwa nilai THQ logam Fe dan Zn di Kerang Hijau < 1, untuk level konsumen HLM sebesar 0,0037 dan untuk konsumen ALM sebesar 0,0018. Ini menandakan bahwa tidak ada potensi untuk resiko kesehatan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi logam berat besi (Fe) pada air di perairan Pantai Morosari, Demak telah melebihi batas aman berdasarkan USEPA (2004) pada perairan dan biota. Konsentrasi logam berat besi (Fe) pada Kerang Hijau telah melebihi baku mutu berdasarkan BSN SNI (2009) tentang Batas Maksimal Cemaran Logam Berat dalam Pangan;
2. *Maximum Tolerable Intake* orang dewasa dari Kerang Hijau stasiun I adalah 16,05 kg/minggu, stasiun II adalah 91,44 kg/minggu dan stasiun III adalah 15,91 kg/minggu. Dan *Maximum Tolerable Intake* anak-anak dari Kerang Hijau stasiun I adalah 4,81 kg/minggu, stasiun II adalah 27,43 kg/minggu, dan stasiun III adalah 4,78 kg/minggu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan dan memberikan semangat, kritik, dan saran untuk terselesaikannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adhani, R. dan Husaini. 2017. Logam Berat di Sekitar Manusia. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press. 201 hlm. Amansyah, M. dan A.

N. Syarif. 2015. Analisis Kandungan Logam Berat pada Kerang Anadara dari Daerah Hilir Sungai Jeneberang. *Al-shihah: Public Health Science Journal*, 7(1): 87-98.

Barokah, G.R., Dwiyitno dan I. Nugroho. 2019. Kontaminasi Logam Berat (Hg, Pb, dan Cd) dan Batas Aman Konsumsi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Teluk Jakarta di Musim Penghujan. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 14(2): 95-106.

Environmental Protection Agency. 2000. *Methodology for Driving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health*. U.S. Enviromental Protection Agency. Washington.

Firmansyaf A., D., B. Yulianto dan S. S. Sedjati. 2013. Studi Kandungan Logam Berat Besi (Fe) dalam Air, Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara granosa Linn*) di Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 2(2): 45-54.

Haryono, M. G., Mulyanto dan Y. Kilawati. 2017. Kandungan Logam Berat Pb, Air Laut, Sedimen dan Daging Kerang Hijau *Perna* viridis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 1-7.

Liliandari, P. dan Aunurohim. 2013. Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau (*Perna viridis*) terhadap *Chaetoceros* sp. dalam Media Logam Tercemar Kadmium. *Jurnal Sains dan Seni Pomits Biologi*, 2(2): 149-154.

Mirawati, F., E. Supriyantini dan R. A.T. Nuraini. 2016. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Air, Sedimen dan Kerang Hijau (*Perna viridis)* di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(2): 121-126.

Moriarty, F. 1988. *Ecotoxcycology. The Study of Polutant in Ecosystems*. 2th edition Academic Press. Inc: London, 241 page.

Rayyan, M. F., D. Yona dan S. H. J. Sari. 2019. Health Rish Assessments of Heavy Metals of *Perna viridis* from Banyuurip Waters in Ujung Pangkah, Gresik. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(2): 135-143.

Setiawan, K., L. Maslukah dan R. Pribadi. 2012. Konsentrasi Logam Berat Khromium (Cr) pada Air, Sedimen dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Morosasi dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research*, 1(1): 29-38.

Wardoyo. 1981. Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Pusat Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan. IPB. Bogor.