

ISSN 1858-1684

Journal Of
Coastal and Marine
Resources Management
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>

Vol. 4 No. 2 September 2020



PASIR LAUT

Journal of Coastal and Marine Resources Management



Scientific Journal published by
Magister Program in Aquatic Resources Management
Faculty of Fisheries and Marine Science
Universitas Diponegoro Semarang

DAFTAR ISI

Paper:	Halaman
1. ANALISIS SEBARAN HORIZONTAL DAN TEMPORAL KLOOROFIL-A DAN FITOPLANKTON DI MUARA SUNGAI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG <i>Oleh: Falita Alfat'hani, Agus Hartoko, Nurul Latifah</i>	60 – 68
2. ANALISIS DENSITAS Emerita emeritus TERHADAP TEKSTUR DAN BAHAN ORGANIK SEDIMEN DI PANTAI GLAGAH, KULON PROGO, YOGYAKARTA <i>Oleh: Intan Via Nirmala, Bambang Sulardiono dan Agus Hartoko</i>	69 – 78
3. DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN LARVA IKAN DI PANTAI TELUK AWUR, KABUPATEN JEPARA <i>Oleh: Pingky Alya Elisa, Abdul Ghofar, Anhar Solichin</i>	79 – 85
4. ESTIMASI SERAPAN CO ₂ BERDASARKAN SIMPANAN KARBON PADA HUTAN MANGROVE DESA TAMBAKBULUSAN DEMAK JAWA TENGAH <i>Oleh: Mega Wahyu Susilowati, Pujiono Wahyu Purnomo, Anhar Solichin</i>	86 – 94
5. PENGARUH TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) TERHADAP DENSITAS <i>Zooxanthellae</i> PADA KARANG <i>Acropora</i> sp. DALAM SKALA LABORATORIUM <i>Oleh: Raema Farah Rizka, Pujiono Wahyu Purnomo, Aninditia Sabdaningsih</i>	95 – 101
6. POTENSI BAKTERI ASOSIASI TUNIKATA SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI GUNA MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI <i>MULTIDRUG RESISTANT</i> <i>Oleh: Diah Ayuningrum, Rhesi Kristiana, Meezan Ardhanu Asagabaldan</i>	102 – 107
7. ANALISIS KUALITAS PERAIRAN BERDASARKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT DAN INDEKS PENCEMARAN DI SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR SEMARANG <i>Oleh: Muhammad Khairul Arika Harahap, Siti Rudiyantri, Niniek Widyorini</i>	108 – 115
8. KADAR LOGAM BERAT Pb, Fe, DAN Cd YANG TERKANDUNG DALAM JARINGAN LUNAK KERANG BATIK (<i>Paphia undulata</i>) DARI PERAIRAN TAMBAK LOROK, SEMARANG <i>Oleh: Sri Rahayu Prihati, Djoko Suprpto, Siti Rudiyantri</i>	116 – 123
9. VALUASI EKONOMI EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN TAMAN PESISIR UJUNGNEGORO-ROBAN, KABUPATEN BATANG <i>Oleh: Adnan Arsani Hirmawan, Suradi Wijaya Saputra, Churun Ain</i>	124 – 133



KADAR LOGAM BERAT Pb, Fe, DAN Cd YANG TERKANDUNG DALAM JARINGAN LUNAK KERANG BATIK (*Paphia undulata*) DARI PERAIRAN TAMBAK LOROK, SEMARANG

Heavy Metal Levels of Pb, Fe, and Cd Contained in Soft Tissue of *Paphia undulata* from Tambak Lorok Waters, Semarang

Sri Rahayu Prihati, Djoko Suprpto, Siti Rudiyantri

Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax. +6224 7474698
Email : sriahayup58@gmail.com, djokosuprpto1951@gmail.com, st_rudiyantri@yahoo.com

Diserahkan tanggal: 19 Desember 2019, Revisi diterima tanggal: 20 Agustus 2020

ABSTRAK

Perairan Tambak Lorok, Semarang yang terletak di pantai utara Jawa, dikelilingi berbagai industri, PLTU PT Indonesia Power, Pelabuhan Tanjung Mas dan pemukiman sehingga berpotensi tercemar berbagai jenis limbah, salah satunya yaitu logam berat. Logam berat dapat terakumulasi oleh organisme perairan, diantaranya adalah kerang batik (*Paphia undulata*) yang bersifat *filter feeder* dan banyak terdapat di Perairan Tambak Lorok. Hal ini menjadi alasan penelitian mengenai kandungan logam berat Pb, Fe, dan Cd pada jaringan lunak kerang batik di Perairan Tambak Lorok dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb, Fe, dan Cd pada perairan Tambak Lorok dan jaringan lunak kerang batik, serta mengetahui batas konsumsi mingguan kerang batik dari perairan tersebut. Metode yang digunakan adalah studi kasus dengan analisis deskriptif kualitatif, penentuan lokasi sampling dilakukan secara purposive. Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2019. Hasil penelitian menunjukkan kadar logam berat Pb, Fe, dan Cd di perairan Tambak Lorok berturut-turut 0,723; 8,261; dan 2,482 mg/l telah melebihi batas layak menurut KepMen LH No.51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, sedangkan pada jaringan lunak kerang batik berturut-turut adalah 5,47; 299,909; dan 32,423 mg/kg telah melebihi baku mutu logam dalam pangan khusus bivalvia menurut SNI 7387 tahun 2009. Batas maksimum konsumsi mingguan kerang batik yang mengandung logam berat Pb, Fe dan Cd dari perairan Tambak Lorok untuk individu dengan berat badan 20 kg, 50 kg dan 65 kg berturut-turut yaitu 4; 11; dan 14 gram/minggu.

Kata Kunci: Kerang Batik (*Paphia undulata*), Logam Berat, Tambak Lorok, MTI

ABSTRACT

*Tambak Lorok waters, Semarang is located on the north coast of Java, Semarang which is surrounded various industries, steam power plant PT Indonesia Power, Tanjung Mas Port, and residential areas that potentially polluted by various types of waste, one of them is heavy metal. Heavy metals can be accumulated by shellfish, among them are *Paphia undulata* found in Tambak Lorok waters. This is the reason for research of the metal content of Pb, Fe, and Cd in soft tissue of batik shells in Tambak Lorok. This study discusses the heavy metals Pb, Fe, and Cd in the Tambak Lorok waters and soft tissue of *Paphia undulata*, as well as knowing the limits of weekly consumption of *paphia undulata*. The method used was case study method and qualitative descriptive analysis. Determining the location of sampling was done using purposive sampling. The study was conducted in May 2019. The results showed the levels of heavy metals Pb, Fe, and Cd in Tambak Lorok consecutive was 0.723; 8.261; and 2.482 mg/l which made according to the Ministerial decree of the Environment No.51 of 2004 about quality standards for marine biota, when used in the *Paphia undulata* consecutive was 5.47; 299,909; and 32,423 mg/kg had exceeded the limit reached in metal bivalves in accordance with SNI 7387 of 2009. Maximum limit of weekly consumption of batik mussels containing heavy metals for individuals 20 kg, 50 kg and 65 kg, respectively 4; 11; and 14; g/week.*

Keywords: Heavy Metals, MTI, *Paphia undulata*, Tambak Lorok

PENDAHULUAN

Perairan Tambak Lorok, Semarang merupakan perairan yang terletak di pantai utara Jawa, dan dikelilingi berbagai industri, PLTU PT Indonesia power, Pelabuhan Tanjung Mas dan pemukiman warga. Hal ini menyebabkan perairan Tambak Lorok tercemar berbagai jenis limbah. Salah satu jenis bahan pencemar yang mencemari perairan Tambak Lorok yaitu logam berat. Logam berat dapat tersuspensi oleh Bivalvia karena mereka merupakan *filter feeder*. Berdasarkan penelitian Dewi *et.al* (2011), di perairan Tambak Lorok, bahwa *A. granosa* telah tercemari oleh logam Cu maupun Cr dan nilai *Maximum Tolerable Intake* atau angka toleransi maksimum untuk logam Cu yaitu 0,187 gr per minggu serta 0,002 gr per minggu untuk logam Cr. Triantoro *et.al* (2017), juga melakukan penelitian di perairan Tambak Lorok, disebutkan bahwa kadar logam berat besi dan seng yang terkandung dalam jaringan lunak kerang darah yang berasal dari perairan Tambak Lorok telah melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan SNI 7387 tahun 2009. Purba *et.al* (2014) juga meneliti mengenai kandungan logam berat pada air, sedimen dan daging kerang hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Mas, Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air dan daging *P. viridis* di Perairan Tanjung Mas masih sesuai dengan baku mutu KepMen LH No. 51 tahun 2004 dan SNI 7387 tahun 2009 sedangkan pada sedimen telah tercemar ringan oleh logam berat Cd.

Produksi kerang di Indonesia pada tahun 2007 adalah sebagai berikut: kerang darah 64641 ton, kerang hijau 420 ton, simping 2004 ton, tiram 609 ton, kerang mutiara 205 ton, dan remis 7883 ton. Salah satu jenis kerang yang banyak dikonsumsi adalah famili Veneridae, termasuk didalamnya yaitu kerang batik (*Paphia undulata*). Kerang ini merupakan jenis kerang yang sangat diminati oleh masyarakat. Kerang batik juga memiliki nilai

ekonomis tinggi karena pemasaran kerang batik hingga ke luar negeri.

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh Dewi *et al.* (2011), Triantoro *et al.* (2017), dan Purba *et al.* (2014), diketahui bahwa sejauh ini belum ada penelitian mengenai kadar logam berat yang terkandung dalam jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) dari perairan Tambak Lorok, oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan karena kerang batik merupakan jenis bivalvia yang di konsumsi oleh masyarakat. Selain itu, dari penelitian ini dapat diketahui batas keamanan konsumsi kerang batik (*Paphia undulata*) yang terpapar logam berat Pb, Fe, dan Cd yang berasal dari Perairan Tambak Lorok.

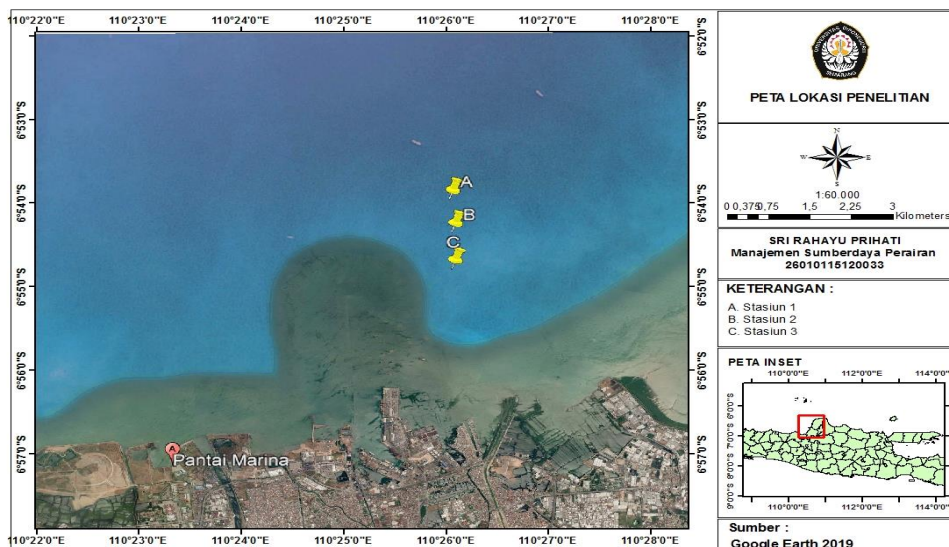
Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kadar logam berat timbal (Pb), besi (Fe) dan kadmium (Cd) di Perairan Tambak Lorok, Semarang;
2. Mengetahui kadar logam berat timbal (Pb), besi (Fe) dan kadmium (Cd) yang terkandung dalam jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) dari Perairan Tambak Lorok, Semarang;
3. Mengetahui batas maksimum konsumsi kerang batik (*Paphia undulata*) yang mengandung logam berat Pb, Fe, dan Cd dari Perairan Tambak Lorok, Semarang.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan Tambak Lorok, Semarang pada bulan Mei 2019. Pengambilan sampel untuk mengetahui kadar logam pada jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) dan di perairan dilakukan pada 3 stasiun (stasiun A, B, C) sesuai dengan kebiasaan nelayan menangkap kerang batik (Gambar 1). Kemudian analisis sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, perahu nelayan sebagai alat transportasi, *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan posisi titik pengamatan, kamera sebagai alat untuk dokumentasi, termometer untuk mengukur suhu, refraktometer untuk mengukur salinitas, kotak reagen untuk menyimpan reagen oksigen terlarut, pipet tetes, botol BOD, gelas ukur dan erlenmeyer untuk mengukur oksigen terlarut, pH paper untuk mengukur pH, plastik klip untuk tempat sampel kerang batik, serta botol sampel sebagai tempat air sampel. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerang batik sebagai sampel pengujian kandungan logam berat Pb, Fe dan Cd pada jaringan lunaknya. Jumlah kerang yang dibutuhkan untuk uji kadar logam berat masing-masing sampel sebanyak 25 gram berat total kerang batik atau sekitar 5 ekor untuk memenuhi jaringan lunak sebesar 2-5 gram. Air laut sebagai sampel pengujian kandungan logam berat Pb, Fe dan Cd pada air laut. Air laut yang diambil yaitu masing-masing sampel sebanyak 600 ml. Bahan-bahan untuk mengukur oksigen terlarut seperti akuades, Na₂S₂O₃ 0,025 N, NaOH dalam KI, H₂SO₄, dan amilum.

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu studi kasus dengan analisis deskriptif kualitatif. Studi kasus dengan analisis deskriptif kualitatif mempelajari atau mengamati objek secara mendalam pada waktu, tempat dan populasi yang terbatas. Hasil pengamatan hanya berlaku secara lokal dan tidak berlaku pada tempat dan waktu yang berbeda. Menurut Azhar *et al.* (2012), metode studi kasus yaitu metode dengan memusatkan perhatian pada suatu masalah secara intensif dan seksama sehingga didapatkan gambaran yang menyeluruh dalam jangka waktu tertentu dan terbatas pada daerah tertentu. Menurut Yuliaty *et al.* (2014), bahwa penelitian yang bersifat deskriptif bertujuan menggambarkan secara tepat sifat-sifat suatu individu-individu, keadaan, gejala, atau untuk menentukan frekuensi atau persebaran. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian,

Analisis kadar logam berat dilakukan secara deskriptif kualitatif yaitu dengan membandingkan kadar logam berat pada air sampel dengan baku mutu air laut menurut KepMen LH No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut. Kemudian untuk analisis kadar logam berat pada jaringan lunak kerang batik dibandingkan dengan SNI 7387 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Batas maksimum cemaran logam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat

Jenis logam	Kadar maksimum dalam Kekerangan (<i>bivalve</i>) (mg/kg)*	Kadar maksimum dalam air laut (mg/l)**
Pb	1,5	0,08
Fe	1	5
Cd	1	0,01

Keterangan:

* SNI 7387 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan

** Keputusan Menteri negara lingkungan hidup nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut.

Analisis *maksimum tolerable intake* dihitung berdasarkan hasil kadar logam berat (Pb, Fe, dan Cd) yang dihasilkan dari metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) kemudian dihitung menggunakan rumus:

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

Keterangan:

a): Untuk asumsi berat badan

b): PTWI/*Provisoonal Tolerable Weekly Intake* (angka toleransi batas maksimum per minggu) yang dikeluarkan lembaga pangan terkait dalam satuan $\mu\text{g.kg}^{-1}$ berat badan.

Tabel 2. PTWI (*Provisional Tolerable Weekly Intake*)/Angka Toleransi Batas Konsumsi Per Minggu yang Diterbitkan oleh JEFCA

No	Jenis Logam	PTWI ($\mu\text{g/kg}$ Berat Badan Per Minggu)
1	Pb	25
2	Fe	5600
3	Cd	7

Sumber: JEFCA (1982) dalam FAO/WHO (2004)

Kemudian dilanjutkan dengan rumus:

$$MTI = MWI/Ct$$

Keterangan:

MWI : *Maksimum Weekly Intake*

Ct : Konsentrasi logam berat yang ditemukan di dalam jaringan lunak kerang ($\mu\text{g.g}^{-1}$)

Prosedur Penelitian

Penentuan titik sampling dilakukan dengan metode *purposive sampling*, yaitu berdasarkan pertimbangan tertentu. Pertimbangan pada pengambilan sample ini yaitu dipilih lokasi yang merupakan habitat kerang batik, atau tempat dimana nelayan biasa mengambil kerang batik di perairan Tambak Lorok. Menurut Herdiyansah (2012), teknik *purposive sampling* yaitu sampling yang dilakukan dengan cara mengambil subyek bukan didasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu. Teknik ini biasanya dilakukan karena beberapa pertimbangan, misalnya alasan keterbatasan waktu, tenaga dan dana sehingga tidak dapat mengambil sampel yang besar dan jauh. Pengambilan sampel dilakukan dengan membagi menjadi 3 stasiun dan masing-masing stasiun dilakukan pengukuran 3 kali pengulangan. Stasiun pertama terletak paling jauh dari bibir pantai, stasiun kedua lebih mendekat ke bibir pantai, sedangkan stasiun ketiga terletak paling dekat dengan bibir pantai. Jarak antara stasiun A dan

stasiun B yaitu 2 km, jarak antara stasiun B dan stasiun C yaitu 2 km, sedangkan jarak dari stasiun C ke bibir pantai yaitu 2,5 km. Pengukuran jarak antar stasiun dilakukan dengan cara digitasi titik sampling menggunakan aplikasi *google earth*.

Pengambilan kerang batik (*Paphia undulata*) menggunakan jaring arad nelayan yang langsung ke dasar perairan. Sampel kerang batik diambil pada lokasi menurut kebiasaan nelayan menangkap kerang. Pengambilan sampel kerang batik (*Paphia undulata*) dilakukan setelah pengukuran kualitas air pada 3 stasiun dengan masing-masing stasiun dilakukan 3 kali pengulangan. Sampel kerang batik yang dibutuhkan sebanyak 25 gr berat total tiap stasiun, dengan panjang cangkang ± 5 cm dan lebar cangkang $\pm 2,5$ cm. Berdasarkan penelitian Pratama (2017), berat satu kerang batik rata-rata $5,03 \pm 1,78$ gr, sehingga untuk memenuhi 25 gr kerang batik dibutuhkan ± 5 ekor kerang batik. Sampel kerang kemudian dimasukkan ke dalam plastik klip dan disimpan di dalam *cool box* agar sampel kerang tetap segar.

Parameter kualitas air yang diukur adalah suhu, salinitas, DO, dan pH. Air sampel diambil sebanyak 600 ml lalu dimasukan ke dalam botol yang sudah disterilkan. Air sampel dan kerang batik disimpan di dalam *cool box*. Sampel yang sudah siap dimasukan ke dalam laboratorium untuk dianalisis kadar logam berat Pb, Fe, dan Cd yang terkandung di dalam jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) dan air sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Deskripsi Wilayah Kajian

Perairan Tambak lorok merupakan perairan yang terletak di dekat pelabuhan Tanjung Mas, pemukiman padat penduduk, berbagai macam industri, PLTU PT. Indonesia Power dan banyak lalu lalang kapal tongkang. Selain itu di dekat perairan Tambak Lorok juga terdapat tempat pembuangan sampah yang memiliki bau yang menyengat. Pengambilan kerang batik dan air sampel dilakukan di 3 stasiun. Stasiun A yang paling jauh dengan dari bibir pantai, warna perairan biru tua menunjukkan perairan laut yang dalam. Stasiun ini terkena masukan limbah yang berasal PLTU, pelabuhan dan lalu lintas kapal. Perairan pada stasiun B terletak di antara stasiun A dan stasiun C, memiliki masukan limbah yang berasal dari PLTU, pelabuhan, Industri dan pemukiman warga. Sedangkan stasiun C terletak paling dekat dengan bibir pantai, warna air laut tidak sebiru stasiun A dan B. Stasiun C memiliki masukan limbah paling banyak berasal dari pemukiman warga dan pelabuhan Tanjung Mas.

Variabel Lingkungan Lokasi Penelitian

Hasil pengukuran variabel lingkungan pada lokasi penelitian dapat digunakan untuk memberi

gambaran kondisi perairan saat dilakukan pengambilan sampel. Variabel yang diukur meliputi Salinitas, Suhu, DO, dan pH. Pengukuran variabel tersebut dilakukan di setiap stasiun dan masing-masing stasiun dilakukan pada 3 titik. Berdasarkan pengukuran variabel lingkungan yang dilakukan di Perairan Tambak Lorok diperoleh hasil yang disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Variabel Lingkungan pada Tiga Stasiun di Perairan Tambak Lorok

Variabel Lingkungan	Stasiun			Baku Mutu*
	A	B	C	
Salinitas (ppt)	30-31	28-30	30	27-35
Suhu ($^{\circ}$ C)	30	28	28	26-32
DO (ppm)	5,05-5,72	3,96-5,28	4,04-5,06	>5
pH	7	7	7	6,5-8,5

Keterangan:

*)Baku Mutu Syarat Air Laut Untuk Biota Laut (KepMen LH No. 51 tahun 2004)

Kadar Logam Berat Pb, Fe, dan Cd di Perairan Tambak Lorok

Hasil analisa kadar logam berat Pb, Fe, dan Cd yang terkandung di perairan Tambak Lorok dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Logam Berat Pb, Fe, dan Cd di Perairan Tambak Lorok

Logam Berat	Stasiun (mg/l)			Rata-rata (mg/l)	Baku mutu (mg/l)*
	A	B	C		
Pb	0,578	0,612	0,98	0,723	0,008
Fe	7,953	8,62	8,209	8,261	5
Cd	2,454	2,352	2,639	2,482	0,001

Keterangan:

*) Baku Mutu Logam Berat pada Air Laut Untuk Biota Laut (Kep. Men LH No.51 tahun 2004)

Kadar Logam Berat Pb, Fe, dan Cd yang Terkandung dalam Jaringan Lunak Kerang Batik (*Paphia undulata*)

Hasil analisa kadar logam Pb, Fe, dan Cd yang terkandung dalam jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) dari perairan Tambak Lorok, Semarang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kadar Logam Berat Pb, Fe, dan Cd yang Terkandung dalam Jaringan Lunak Kerang Batik (*Paphia undulata*)

Logam Berat	Stasiun (mg/l)			Rata-rata (mg/l)	Baku mutu (mg/l)*
	A	B	C		
Pb	6,072	4,428	5,909	5,470	0,008
Fe	282,1	271,324	346,3	299,91	5
Cd	48,42	25,75	23,09	32,423	0,001
	5		4		

Keterangan:

*) Baku mutu Logam Berat dalam Pangan Khusus Bivalvia (Badan Standarisasi Nasional No.7387 tahun 2009)

MTI (*Maximum Tolerable Intake*)

Hasil perhitungan nilai *Maximum Weekly Intake* (MWI), *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dan *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) logam Pb, Fe, dan Cd tersaji dalam Tabel 6.

Tabel 6. *Maximum Weekly Intake* (MWI), *Maximum Tolerable Intake* (MTI) dan *Provisional Tolerable Weekly Intake* (PTWI) logam Pb, Fe, dan Cd.

	BB (kg)	PTWI (a)	MWI Mg/kg/mgg	Ct (b)	MTI (kg/mgg)
Pb	20	0,025	0,5	5,47	0,091
	50		1,25		0,229
	65		1,625		0,297
Fe	20	5,6	112	299,90	0,373
	50		280		0,934
	65		364		1,124
Cd	20	0,007	0,14	32,42	0,004
	50		0,35		0,010
	65		0,455		0,013

Keterangan :

- a) : PTWI (*Provisional Tolerable weekly Intake*) yaitu asupan mingguan sementara yang dapat ditoleransi atau jumlah maksimum sementara suatu zat dalam milligr per kilogr berat badan yang dapat dikonsumsi dalam seminggu tanpa menimbulkan efek merugikan terhadap kesehatan dalam mg/kg
- b) : Ct yaitu konsentrasi rata-rata logam berat pada jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) dalam mg/kg.

Pembahasan

Variabel Lingkungan Perairan

Hasil pengukuran variabel lingkungan perairan terdiri dari salinitas, suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH. Hasil pengukuran nilai salinitas pada perairan Tambak Lorok menunjukkan bahwa kisaran salinitas antara 28-31 ppt. Nilai salinitas tersebut masih sesuai untuk kehidupan biota laut karena nilai tersebut belum melebihi baku mutu menurut KepMen LH No. 51 tahun 2004, dimana baku mutu salinitas air laut untuk kehidupan biota laut yaitu sebesar 27-35 ppt. Salinitas memiliki pengaruh terhadap logam berat yaitu semakin rendah nilai salinitas maka konsentrasi logam berat semakin tinggi karena ion klorida menurun. Menurut Yudiati *et al.* (2010), salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas karena adanya proses desalinasi maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar.

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai suhu pada perairan Tambak Lorok berkisar antara 29-31°C. Kisaran suhu tersebut masih berada pada level normal berdasarkan standar baku mutu KepMen LH No. 51 tahun 2004 untuk biota laut antara 28-32°C. Perubahan suhu berpengaruh terhadap pola kehidupan organisme. Pengaruh suhu yang utama yaitu mengontrol persebaran hewan dan tumbuhan. Selain itu suhu memiliki pengaruh secara langsung dan tidak langsung. Pengaruh secara langsung yaitu aktivitas organisme seperti pertumbuhan dan metabolisme. Sedangkan pengaruh tidak langsung, suhu dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air dan dapat meningkatkan daya akumulasi berbagai zat kimia. Menurut Azizah (2017), aktivitas biologis – fisiologis di dalam ekosistem perairan sangat dipengaruhi oleh suhu. Menurut Effendi (2003), kenaikan suhu akan meningkatkan laju metabolisme pada organisme. Suhu mempengaruhi uptake logam berat dan laju metabolisme dalam organisme. Selain itu, suhu juga mempengaruhi distribusi organisme dalam suatu ekosistem, dan toksisitas logam berat Pb dan Cd (Rustiah *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan kisaran nilai DO sebesar 3,9-5,72 mg/l. Nilai tersebut masih sesuai untuk kehidupan kerang batik (*Paphia undulata*) dan masih sesuai dengan standar baku mutu oksigen terlarut menurut KepMen LH No. 51 tahun 2004, dimana baku mutu oksigen terlarut untuk biota laut sebesar > 5 mg/l. Menurut Pancawati (2014), kelangsungan hidup biota air yang baik dalam suatu perairan membutuhkan kisaran kadar oksigen terlarut 2-10 mg/l dan tidak boleh kurang dari 2 mg/l. Pada hasil yang di dapat diatas tersebut optimal bagi kehidupan bivalvia, karena kerang menyukai lingkungan dengan kandungan oksigen terlarut antara 3,8-12,5 mg/l. Berdasarkan hasil pengukuran nilai pH pada ketiga stasiun yaitu 7 ppm. Organisme akuatik umumnya akan tumbuh dengan baik pada kondisi perairan dengan baik pada kondisi perairan dengan pH berkisar 7-8,5 (netral). Seperti halnya bivalvia, nilai pH pada data didapat sangat mendukung kehidupan biota laut termasuk bivalvia. Menurut Pancawati *et al.* (2012), kisaran pH air yang mendukung kehidupan bivalvia adalah berkisar 6-9.

Kadar Logam Berat Pb, Fe, dan Cd di Perairan Tambak Lorok

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kandungan logam berat timbal (Pb) di perairan Tambak Lorok pada Tabel 5 telah melebihi baku mutu kadar logam timbal untuk biota laut menurut KepMen LH No. 51 tahun 2004 yaitu sebesar 0,008 mg/l, sementara nilai rata-rata kandungan logam berat timbal yang terkandung dalam perairan Tambak Lorok sebesar 0,723 mg/l. Namun, bivalvia termasuk di dalamnya kerang batik merupakan organisme yang tahan terhadap perairan yang tercemar karena merupakan *filter feeder*. Selain itu, kerang juga biasa digunakan sebagai indikator

pencemaran suatu perairan, karena kerang batik dapat hidup dalam kondisi perairan tercemar. Menurut Adriyani dan Trias (2009), disisi lain kerang-kerangan merupakan suatu jenis biota laut yang sering dijadikan sebagai *biomonitoring* tingkat polusi logam berat di suatu perairan terutama daerah pantai, karena tingkat mobilitasnya yang rendah. Sedangkan menurut Cordova (2016), bivalvia dapat bertahan hidup walau dengan kondisi perairan tercemar, termasuk dengan konsentrasi logam berat yang melebihi ambang batas yang ditentukan.

Kadar logam Pb yang terkandung dalam perairan Tambak Lorok tergolong tinggi, karena pengambilan sampel dilakukan di alur pelayaran dan banyak lalu lalang kapal. Aktivitas kapal merupakan penyumbang cemaran logam Pb dalam perairan yang berasal jatuhnya debu yang mengandung Pb hasil dari pembakaran bensin yang mengandung timbal tetraetil. Hal ini sesuai dengan Sagala *et al.* (2014), bahwa tingginya kandungan Pb di dalam beberapa daerah titik sampling kemungkinan disebabkan oleh pengaruh transportasi kapal atau lokasi penelitian merupakan alur pelayaran. Menurut Patang (2018), logam Pb masuk ke perairan melalui pengendapan, jatuhnya debu yang mengandung Pb yaitu dari hasil pembakaran bensin yang mengandung timbal tetraetil, erosi dan limbah industri.

Sedangkan nilai tertinggi kandungan logam Pb dan Cd terletak pada stasiun C, dimana stasiun C memiliki kedalaman yang paling rendah dan merupakan stasiun yang paling dekat dengan bibir pantai sehingga masih sangat terpengaruh oleh aktivitas manusia di daratan. Stasiun A memiliki kandungan logam berat Pb dan Cd yang paling rendah karena stasiun ini paling jauh dengan bibir pantai sehingga tidak terlalu terpengaruh oleh aktivitas manusia yang ada di daratan. Selain itu karena stasiun A memiliki kedalaman yang paling dalam sehingga konsentrasi logam Pb dan Cd pada stasiun ini lebih kecil karena kontribusi logam Pb dan Cd menyebar pada kedalaman tersebut. Hal ini diperkuat oleh Usman *et al.* (2013), bahwa konsentrasi logam Pb yang tertinggi terdapat pada stasiun 3 dengan kedalaman 1 m, hal ini disebabkan karena cemaran logam Pb ini sebagian besar diakibatkan dari banyaknya aktivitas yang terjadi di darat. Tetapi dengan kedalaman 5,5 m konsentrasi logamnya semakin kecil ini berarti keberadaan logam Pb lebih menyebar pada kedalaman tersebut.

Kadar logam berat Fe yang diperoleh pada penelitian ini jauh lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Triantoro *et al.* (2018), dimana hasil penelitiannya memperoleh hasil kadar logam berat pada perairan Tambak Lorok berkisar antara <0,001 hingga 0,062 mg/l. Sedangkan pada penelitian ini diperoleh hasil kadar logam berat Fe yang terkandung dalam perairan Tambak Lorok berkisar antara 7,953 hingga 8,62 mg/l. Hal ini disebabkan karena titik pengambilan sampel air tidak sama serta perbedaan waktu pengambilan sampel.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa perairan Tambak Lorok mengalami peningkatan kadar logam Fe selama satu tahun cukup tinggi.

Kadar Logam Berat Timbal (Pb), Besi (Fe), dan Kadmium (Cd) yang Terkandung dalam Jaringan Lunak Kerang Batik (*Paphia undulata*) dari Perairan Tambak Lorok

Berdasarkan hasil penelitian kandungan logam berat timbal (Pb) pada jaringan lunak kerang batik yang berasal dari perairan Tambak Lorok memiliki nilai rata-rata sebesar 5,469 mg/kg. Nilai tersebut telah melebihi nilai batas kelayakan yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional Indonesia No. 7387 (2009), yang menyebutkan bahwa batas kandungan logam berat timbal dalam pangan untuk jenis bivalvia sebesar 1,5 mg/kg.

Kandungan logam berat besi (Fe) dalam jaringan lunak kerang batik yang berasal dari perairan Tambak Lorok memiliki nilai rata-rata sebesar 299,909 mg/kg. Kadar logam besi yang terkandung dalam jaringan lunak kerang batik telah melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional Indonesia No. 7387 (2009), yang menyebutkan bahwa batas kandungan logam besi dalam pangan khusus Bivalvia yaitu sebesar 5 mg/kg. Logam besi termasuk kedalam logam berat esensial, artinya logam tersebut masih dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah kecil. Menurut Agustina (2014), logam berat yang esensial seperti Tembaga (Cu), Selenium (Se), Besi (Fe) dan Zink (Zn) penting untuk menjaga metabolisme tubuh manusia dalam jumlah yang tidak berlebihan, jika berlebihan akan menimbulkan toksik pada tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian Triantoro *et al.* (2018), tentang kandungan logam berat Fe pada jaringan lunak kerang hijau diperoleh hasil kadar logam berat pada jaringan lunak kerang hijau berkisar antara 90,75 hingga 165,97 mg/l. Sedangkan pada penelitian ini diperoleh hasil kadar logam berat Fe pada jaringan lunak kerang batik berkisar antara 271,324 hingga 346,3 mg/kg. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa kadar logam berat Fe yang terkandung dalam jaringan lunak kerang hijau lebih rendah dibandingkan dengan yang terkandung dalam jaringan lunak kerang batik.

Kandungan logam berat kadmium (Cd) dalam jaringan lunak kerang batik yang berasal dari perairan Tambak Lorok memiliki nilai rata-rata sebesar 32,423 mg/kg. Nilai tersebut telah melebihi batas maksimum kandungan logam kadmium dalam pangan khususnya Bivalvia. Batas maksimum untuk logam kadmium pada Bivalvia yaitu sebesar 1 mg/kg menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia No. 7387 (2009).

Tingginya kandungan logam berat timbal (Pb), besi (Fe) dan kadmium (Cd) pada jaringan lunak kerang batik disebabkan karena tingginya kandungan logam berat dalam perairan tersebut. Logam berat yang berada di perairan terakumulasi di

dalam jaringan lunak kerang batik melalui rantai makanan. Sehingga terjadi peningkatan kadar logam berat yang berada di dalam organisme berkali-kali lipat. Menurut Eshmat *et al.* (2014), bahan pencemar seperti logam berat masuk ke dalam tubuh biota melalui insang, mulut dan kulit kemudian diserap melalui saluran pencernaan. Logam yang ada pada tubuh biota akan tertimbun di dalam jaringannya terutama hati dan ginjal. Menurut Patang (2018), semakin tinggi kandungan logam Cd dalam perairan, umumnya semakin banyak terakumulasi pada tubuh organisme air. Dengan demikian kemungkinan terjadinya keracunan terhadap organisme air yang bersangkutan maupun kerusakan lingkungan adalah semakin besar. Faktor konsentrasi logam berat di air menentukan akumulasi logam berat dalam tubuh organisme. Air yang mengandung 10 ppm Cd bisa mengandung logam Cd sampai 113 ppm dalam tubuh organisme. Sedangkan jenis molluska bivalvia dapat mengakumulasi sampai 352 kali lebih tinggi dari kandungan logam Cd yang terdapat dalam medianya.

Maksimum Konsumsi Kerang

Nilai MWI (*Maximum Weekly Intake*) logam Pb yang dapat dikonsumsi manusia dengan berat badan 20 kg (asumsi anak-anak) yaitu sebesar 0,5 mg, individu dengan berat badan 50 kg (asumsi perempuan dewasa) yaitu sebesar 1,25 mg dan 65 kg (asumsi laki-laki dewasa) sebesar 1,625 mg. Apabila logam Pb yang masuk ke dalam tubuh melebihi nilai MWI tersebut, maka logam Pb akan bersifat toksik dan mempengaruhi sistem saraf dan kinerja ginjal. Menurut Sari *et al.* (2014), manusia yang mengkonsumsi kerang yang tercemar Pb akan berakibat pada gangguan sistem saraf dan mempengaruhi sistem kerja ginjal. Menurut Gusnita (2012), Pb adalah racun saraf (*neuro toxin*), seorang anak yang telah keracunan timbal (Pb) cenderung menunjukkan gejala hiperaktif, mudah bosan, mudah terpengaruh, sulit berkonsentrasi terhadap lingkungannya termasuk pada pelajaran, serta ketika dewasanya nanti akan mengalami gangguan lamban dalam berfikir. Menurut Mirawati (2016), keracunan akut Pb dapat menyebabkan gangguan fungsi pada otak, disfungsi hati maupun ginjal dan gangguan reproduksi.

MWI logam Fe untuk berat badan 20 kg (asumsi anak-anak) yaitu sebesar 112 mg. Wanita dengan berat badan 50 kg (asumsi wanita dewasa) sebesar 252 mg, dan untuk individu dengan berat badan 65 kg (asumsi laki-laki dewasa) yaitu sebesar 364 mg. Logam Fe merupakan logam esensial, artinya dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh. Namun apabila logam Fe yang masuk ke dalam tubuh orang dengan berat badan tersebut melebihi nilai MWI, maka akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti keracunan, kerusakan usus, penuaan dini dan lain-lain. Menurut Parulian (2009), logam besi (Fe) merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh

organisme hidup, namun demikian jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. Tingginya kandungan logam Fe akan berdampak pada kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, simbelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis dan insomnia.

Apabila individu dengan berat badan 20 kg, 50 kg, dan 65 kg terpapar logam Cd melebihi nilai MWI pada Tabel 6, maka logam Cd akan bersifat toksik. Dalam konsentrasi yang rendah, kadmium dapat mengganggu kesehatan manusia terutama pada bagian ginjal, karena ginjal merupakan organ yang mencerna kadmium. Badan Standarisasi Nasional Indonesia No. 7387 (2009), menyebutkan bahwa kadmium dan senyawanya bersifat karsinogen dan bersifat racun kumulatif. Selain saluran pencernaan dan paru-paru, organ yang paling parah akibat mencerna kadmium adalah ginjal. Kerusakan yang terjadi disebabkan oleh proses destruksi eritrosit, proteinuria, rhinitis, emphysema dan bronkhitis kronis. Gejala keracunan kronis adalah terjadinya ekskresi β -mikro-globulin dalam urin akibat kerusakan fungsi ginjal. Kadmium juga mengakibatkan terjadinya deformasi tulang. Di Jepang, penyakit "Itai-itai" disebabkan konsumsi beras berkadar Cd lebih dari 0,4 mg/kg.

Nilai aman konsumsi kerang batik yang mengandung logam berat Pb, Fe dan Cd sangat kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan di Perairan Tambak Lorok oleh Krisdanti *et al.* (2018), bahwa nilai aman konsumsi kerang hijau yang mengandung logam berat Pb untuk anak-anak (berat badan 20 kg) yaitu sebesar 1,53 kg/minggu, wanita dewasa dengan berat badan 50 kg sebesar 3,82 kg/minggu dan untuk laki-laki dewasa dengan berat badan 65 kg yaitu sebesar 4,97 kg/minggu.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai kadar logam berat timbal (Pb), besi (Fe) dan kadmium (Cd) pada kerang batik (*Paphia undulata*) dari perairan Tambak Lorok, Semarang dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar logam berat timbal (Pb), besi (Fe), dan kadmium (Cd) pada perairan Tambak Lorok telah melebihi batas layak menurut Kepmen LH No.51 tahun 2004.
2. Kadar logam berat timbal (Pb), besi (Fe), dan Kadmium (Cd) pada jaringan lunak kerang batik (*Paphia undulata*) yang berasal dari perairan Tambak Lorok telah melebihi batas kelayakan kandungan logam dalam pangan khusus bivalvia menurut SNI 7387 tahun 2009.
3. Batas maksimum konsumsi mingguan Kerang Batik (*Paphia undulata*) yang mengandung logam berat Pb, Fe dan Cd dari perairan Tambak Lorok untuk individu dengan berat badan 20 kg

(anak-anak), 50 kg (wanita dewasa) dan 60 kg (laki-laki dewasa) berturut-turut yaitu yaitu 4; 11; 14 gram/minggu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Agus Hartoko, MSc dan Bapak Wiwiet Teguh Taufani, S. Pi, M. Si atas masukannya dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, R., dan T. Mahmudiono. 2009. Kadar Logam Berat Kadmium, Protein dan Organoleptik pada daging Bivalvia dan Perendaman larutan Asam Cuka. *Jurnal Penelitian Med. Ekstakta*, 7 (2): 152-157.
- Agustina, T. 2014. Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *Teknoboga*, 1 (1): 53-65.
- Azhar, H., I. Widowati., dan J. Suprijanto. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Pb, Cu, Cd, Cr pada Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*), Air dan Sedimen di Perairan Wedung, Demak serta Analisis *Maximum Tolerable Intake* pada Manusia. *Journal of Marine Research*, 1 (2): 35-44.
- Azizah, D. 2017. Kajian Kualitas Lingkungan Perairan Teluk Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau. *Dinamika Maritim. Coastal and Marine Resource Reseach Center, Raja Ali Haji Maritime University.*, 6(1): 47-53.
- Cordova, M.R. 2016. Mekanisme Gangguan Genetik dan Mutasi Pada Bivalvia yang Dipengaruhi Oleh Logam Berat Timbal. *Jurnal Oseana*, 41(3): 27-34.
- Dewi, M.A., D. Suprpto., dan S. Rudiyaniti. 2017. Kadar Logam Berat Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Jaringan Lunak Anadara granosa di Perairan Tambak Lorok Semarang. *Journal of Maquares*, 6 (3): 197-294.
- Eshmat, M. E., G. Mahasri., dan B.S. Raharja. 2014. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Kerang hijau (*Perna viridis L.*) di Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6 (1): 101-108.
- Gusnita, D. 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensi Bertimbal. *Berita Dirgantara*, 13(3); 95-1010.
- Herdiansyah, J. 2012. Pengaruh *Advertising* Terhadap Pembentukan Awareness Serta Dampaknya pada Keputusan Pembelian Produk Kecap Pedas ABC. *Jurnal STIE Semarang*, 4(2): 53-73.
- JECFA. 1982. *Evaluation of certain food additives and contaminants. Twenty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. World Health Organization, Technical Report Series 683.*
- Kepmen LH. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut. Deputi Menteri Lingkungan Hidup, Bidang Kebijakan dan Kelembagaan L. H, Jakarta, hlm 11.
- Mirawati, F., E. Supriyanti., dan R.A.T. Nuraini. 2016. Kandungan Logam Berat Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna Viridis*) di Perairan Trimulyo dan Mangunharjo Semarang. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(2): 121-126.
- Pancawati, D.N., D. Suprpto., dan P.W. Purnomo. 2014. Karakteristik Fisika Kimia Perairan Habitat Bivalvia di Sungai Wisu Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares.*, 3(4): 141-146.
- Parulian, A. 2009. Monitoring dan Analisis Kadar Aluminium (Al) dan Besi (Fe) pada Pengolahan Air Minum PDAM Tirtanadi Sunggal. Pascasarjana USU Press Medan.
- Patang. 2018. Dampak Logam Berat Kadmium dan Timbal pada Perairan. Badan Penerbit UNM Makasar. hlm.49.
- Purba, C., A. Ridlo., dan J. Suprijanto. 2014. Kandungan Logam Berat pada Air, Sedimen dan Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tanjung Mas Semarang Utara. *Journal of Marine Research*, 3 (3): 285-293.
- Rustiah, W., A. Noor., Maming., M. Lukman., dan Nurfadilah. 2019. Analisis Distribusi Logam Berat Timbal dan Kadmium dalam Sedimen Sepanjang Muara Sungai dan Laut Perairan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Indo, J. Chem.Res.*, 7(1): 1-8
- Sagala, S.L., R. Bramawanto., A.R.T.D. Kuswardani., dan W.S. Pranowo. 2014. Distribusi Logam Berat di Perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Tropis*, 6 (2): 279-310.
- Sari, K.A., P.H. Riyadi., A.D. Anggo. 2014. Pengaruh Lama Perebusan dan Konsentrasi Larutan Jeruk Nipis (*Citrus auratifolia*) terhadap Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Kerang Darah (Anadar granosa). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3 (2): 1-10.
- Standar Nasional Indonesia 7387. 2009. Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Badan Standarisasi Nasional
- Triantoro, D.D., D. Suprpto., dan S. Rudiyaniti. 2017. Kadar Logam Berat Besi (Fe), Seng (Zn) pada Sedimen dan Jaringan Lunak Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tambak Lorok Semarang. *Journal of Maquares*, 6 (3): 173-180.
- Usman, S., N. L. Nafie., dan M. Ramang. 2013. Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb Dalam Air, Sedimen dan Ikan Mas (*Lutjanus erythropterus*) di sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. *Marina Chimica Acta*, 14 (2): 49-55.
- Yuliaty, C., dan F.N. Priyatna. 2014. Lubuk Larangan: Dinamika Pengetahuan Lokal Masyarakat dalam Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Perairan Sungai di Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal sosek KP*, 9 (1): 115-125.