

Pencemaran Pb dan Cu pada Kerang Hijau di Pulau Pasaran, Lampung

Pollution of Pb and Cu in Green Mussel at Pasaran Island, Lampung

Sagada Sangdiana Safitri^{*1}, Eko Efendi¹, Indra Gumay Yudha¹

¹ Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Jl. Sumantri

Brojonegoro No.1, Bandar Lampung 35141

*e-mail korespondensi: sagadassafitri@gmail.com

Dikirim: 30 september 2018; Diterima: 30 Oktober 2018

Abstrak

Pencemaran logam Pb dan Cu telah terjadi di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung yang disebabkan oleh berbagai industri logam, galangan kapal, aktivitas pelabuhan, stockpile batubara dan PLTU. Pencemaran logam tersebut dikhawatirkan dapat menyebabkan akumulasi Pb dan Cu pada kerang hijau yang banyak dibudidayakan di sekitar Pulau Pasaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis logam Pb dan Cu di air dan kerang hijau dengan metode MP-AES. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb dan Cu tertinggi pada air masing-masing adalah 0,63 mg/l dan 0,14 mg/l. Adapun konsentrasi logam Pb dan Cu tertinggi pada kerang hijau masing-masing sebesar 8,45 mg/kg dan 14,32 mg/kg. Kondisi ini menunjukkan bahwa konsentrasi Pb telah melebihi baku mutu sehingga dikhawatirkan dapat berdampak terhadap gangguan kesehatan bagi masyarakat.

Kata kunci: Logam, konsentrasi, Pulau Pasaran, kerang hijau

Abstract

The pollution of Pb and Cu has occurred in coastal areas of Bandar Lampung caused by metal manufacturing, shipyard, port activities, coal stockpiling and power plants. It was feared to cause accumulation of Pb and Cu in green mussels cultivated around Pasaran Island. This study aimed to analyze metals of Pb and Cu in body water of Pasaran Island and shellfish using the MP-AES method. The results showed that the highest concentrations of Pb and Cu in body water were 0.63 mg / l and 0.14 mg / l respectively. The highest concentrations of Pb and Cu in green mussels tissues were 8.45 mg / kg and 14.32 mg / kg. This condition showed that the Pb concentration has exceeded the allowed threshold so it was feared impact to health problems for the community.

Keywords: Metals, concentration, Pasaran Island, green mussel

1. PENDAHULUAN

Pulau Pasaran berada di Kecamatan Teluk Betung, Kota Bandar Lampung dan merupakan salah satu sentra industri pengolahan teri di Lampung (Noor, 2015). Pulau Pasaran juga menjadi tempat budidaya kerang hijau (*Perna viridis L*) dimana telah berkembang pesat hingga saat ini mencapai 77 unit. Produksi kerang hijau dari perairan Pulau Pasaran mencapai 8 ton/tahun (Noor *et.al*, 2016).

Pencemaran di perairan sekitar Pulau Pasaran diduga disebabkan oleh limbah industri. Beberapa kajian tentang pencemaran logam di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Kandungan logam Pb di Sungai Belau telah melebihi nilai atas baku mutu (Sembel, 2012), namun kandungan logam Pb dan Cu pada ikan kembung di perairan Pulau Pasaran masih di bawah baku mutu (Rahmadani, 2017). Menurut Sari (2017), kandungan logam Pb dan Cu pada ikan teri di Pulau Pasaran masih di bawah baku mutu.

Kerang hijau bersifat *filter feeder* yaitu dapat menyaring semua material yang ada di perairan. Kemampuan kerang hijau dalam merespon bahan organik dan mengabsorpsi zat terlarut sangat tinggi sehingga bahan organik dan zat-zat terlarut dapat terakumulasi ke dalam tubuh kerang hijau (Bhargavan, 2008). Akumulasi logam pada kerang hijau dapat menyebabkan mutasi gen (Ochiai, 1987) dan terjadinya kerusakan DNA serta mempengaruhi transkripsi DNA pada kerang hijau (Liu, 2010). Adapun dampaknya pada manusia yaitu dapat menyebabkan keracunan, kelainan genetik dan kematian (Dinis, 2011).

Dampak yang ditimbulkan oleh limbah logam sangat besar dalam mempengaruhi kehidupan kerang hijau. Sementara itu, sumber limbah logam di Pulau Pasaran masih sangat banyak (Yudha, 2007). Oleh karena itu perlu dilakukan kajian untuk mengetahui kandungan logam Pb dan Cu pada air dan kerang hijau.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada air dan kerang hijau yang dibudidayakan di Pulau Pasaran

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Pulau Pasaran pada bulan April 2018. Data yang dikumpulkan dari penelitian ini adalah konsentrasi logam Pb dan Cu pada air dan kerang hijau di tiga titik Pulau Pasaran (Gambar 1). Pemilihan lokasi tersebut berdasarkan pada sumber masukan logam dan ketersediaan budidaya kerang hijau.

2.2 Pengambilan Data dan Sampel

Pengambilan sampel air dan kerang hijau serta pengukuran kualitas air dilakukan pada tiga stasiun keramba dengan masing-masing tiga ulangan pada setiap keramba. Kerang hijau yang diambil sebanyak 30% dari jumlah populasi keramba yaitu 4.200

ekor dengan menggunakan metode acak. Pada masing-masing ulangan sampel kerang hijau diambil sebanyak 30 kerang dengan ukuran 4-5 cm, sampel tersebut kemudian dihomogenkan dan diambil sebanyak 100 g. Setelah itu sampel air dan kerang hijau dianalisis logam Pb dan Cu dengan menggunakan metode MP-AES (*Microwave Plasma-Atomic Emission Spectrometer*) (Hammer, 2008).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di Pulau Pasaran (Sumber: Google Earth)

2.3 Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah parameter utama dan pelengkap. Parameter utama yang diamati yaitu konsentrasi logam Pb dan Cu, dan parameter pelengkap yang diamati adalah konsentrasi logam Pb dan Cu pada air serta kualitas air (pH, DO, dan suhu) di perairan sekitar budidaya.

2.4 Analisis Data

Data hasil analisis penelitian logam Pb dan Cu yang diperoleh diamati secara deskriptif, karena penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan dari objek penelitian serta mendapatkan makna dari implikasi berdasarkan gambaran objek penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1 Kualitas air lokasi penelitian

Pengukuran kualitas air pada lokasi penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh kualitas air terhadap budidaya kerang hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter yang diamati seperti suhu, pH dan salinitas mendukung budidaya kerang hijau sedangkan DO (*Dissolved Oxygen*) masih berada dibawah optimum. Hasil pengukuran kualitas air pada tempat pengambilan sampel di Pulau Pasaran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air lokasi penelitian.

Parameter	Lokasi			Optimum
	I	II	III	
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	30	30	29	26-32*
pH	7	7	7	7,5-8,5*
DO (mg/l)	4	6	6	8**
Salinitas ($^{\circ}/_{00}$)	27	26	27	21-33***

Keterangan: *) Menurut Sivalingam (1977)

***) Menurut Nurdijanto (2000)

****) Menurut Cappenberg (2008)

3.1.2 Konsentrasi logam Pb dan Cu di air dan kerang hijau

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb dan Cu di air telah melebihi ambang batas baku mutu (Tabel 1) menurut Kepmen LH N0.51/2014. Konsentrasi Pb tertinggi di badan air yaitu di stasiun ke-3, sedangkan konsentrasi Cu tertinggi di stasiun ke-2. Konsentrasi logam Pb dan Cu tertinggi pada kerang hijau masing-masing sebesar 8,45 mg/kg di stasiun ke-2 dan 14,17 mg/kg di stasiun ke-1.

Tabel 2. Rata-rata kandungan Pb dan Cu di badan air

No	Parameter	Stasiun (mg/l)			Baku mutu (mg/l)
		I	II	III	
A.	Badan Air				
	Pb	0,4	0,6	0,63	0,08*
	Cu	0,1	0,14	0,12	0,08*

Keterangan: *)Kepmen LH No.51/2014

Tabel 3. Rata-rata kandungan Pb dan Cu di jaringan tubuh kerang hijau.

No	Parameter	Stasiun (mg/kg)			Baku mutu (mg/kg)
		I	II	III	
A.	Jaringan tubuh kerang hijau				
	Pb	6,59 ± 1,41	8,45 ± 0,55	7,1 ± 1,01	1,5*
	Cu	14,31 ± 5,58	11,17 ± 4,91	10,12 ± 5,24	20**

Keterangan:

*SNI No. 7387/2009

** SK Depkes RI No. 0375/B/SK/1989

3.2. Pembahasan

3.2.1 Konsentrasi logam Pb di perairan

Logam Pb tertinggi di perairan yaitu 0,63 mg/l pada stasiun ke-3. Tingginya konsentrasi logam Pb diduga karena titik ke-3 dekat dengan lokasi pencemar, yaitu sungai Way Belau yang menjadi jalur lalu lintas kapal. Hal tersebut sesuai dengan Rienna (2012) yang menyatakan bahwa sungai Way Belau merupakan sarana transportasi laut yang mengandung logam berat Pb. Logam Pb berasal dari tumpahan bahan bakar kapal yaitu bensin yang mengandung TEL (*Tetra Ethyl Lead*). TEL adalah paduan kimia yang terdiri dari ikatan antara karbon (C) dan timbal (Pb) (Palar, 2004). TEL biasanya ditambahkan pada bensin untuk meningkatkan nilai oktan sehingga penggunaan bahan bakar tidak terbuang percuma (Hafizzullah, 2016). Konsentrasi logam Pb terlarut di perairan dipengaruhi oksigen terlarut (Bafih, 2017), dimana semakin rendah kandungan oksigen terlarut maka konsentrasi logam Pb juga rendah. Hal tersebut disebabkan karena daerah yang kekurangan oksigen terlarut (misalnya akibat kontaminasi bahan organik) maka daya larut logam akan menjadi rendah dan mudah mengendap. Masukan bahan organik yang tinggi di perairan akan menyerap oksigen terlarut untuk proses dekomposisi, sehingga ketersediaan oksigen di perairan menjadi berkurang (Hadinafta, 2009). Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb pada perairan Pulau Pasaran telah melebihi ambang baku mutu menurut Kepmen LH No.51/2014 yaitu 0,08 mg/l.

3.2.2 Konsentrasi logam Cu di perairan

Logam Cu tertinggi di perairan yaitu 0,14 mg/l pada stasiun ke-2. Hal tersebut diduga karena lokasi ke-2 dekat dengan Pulau Pasaran yang banyak aktivitas kapal yang membuang limbah mengandung Cu seperti kapal-kapal nelayan yang berlabuh dan sedang melakukan perbaikan dan pengecatan kapal (Palar, 1994). Cat pada kapal mengandung logam Cu dan akan meluruh lalu masuk ke kolom air, sehingga perairan

tersebut mengandung logam Cu. Sumber Cu yang lain yaitu pelabuhan batubara yang ada di daerah Panjang. Penyebaran limbah batubara dari daerah Panjang menuju Pulau Pasaran disebabkan oleh arus dan pasang surut (Cahyani *et al.*, 2012).

Konsentrasi logam Cu terendah terdapat pada stasiun ke-1 dimana mempunyai kedalaman paling tinggi daripada lokasi yang lain. Pada perairan dengan kedalaman yang tinggi, partikel tersuspensi yang berikatan dengan logam membentuk koagulan yang berat jenisnya besar sehingga logam Cu mudah mengendap. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan logam Cu di Pulau Pasaran telah melebihi ambang batas baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 yaitu 0,08 mg/l.

3.2.3 Konsentrasi logam Pb pada kerang hijau

Konsentrasi logam Pb tertinggi pada kerang hijau sebesar 8,45 mg/kg pada stasiun ke-2, yang berada di dekat dengan daratan Pulau Pasaran. Akumulasi logam Pb pada kerang hijau dipengaruhi oleh konsentrasi logam di perairan dan laju filtrasi (Aunurohim & Liliandari, 2013). Konsentrasi logam tersuspensi di perairan dipengaruhi oleh bahan organik seperti fosfat dan nitrat yang merupakan nutrisi untuk fitoplankton. Fosfat dan nitrat mudah berikatan dengan logam Pb membentuk padatan tersuspensi yang terbawa oleh arus, namun ada juga yang mengalami biomagnifikasi oleh fitoplankton (Astirin, 2002). Logam yang terbawa oleh arus kemudian masuk ke dalam tubuh kerang hijau melalui insang hingga mencapai organ target, yaitu hati (Almeida *et al.*, 2009). Lokasi ke-2 diduga mempunyai kandungan bahan organik yang lebih tinggi karena terletak dekat dengan daratan Pulau Pasaran yang mempunyai arus rendah sehingga bahan organik tersebut berada pada zona jebakan. Faktor lain yang mempengaruhi akumulasi logam Pb pada kerang hijau yaitu laju filtrasi, menurut Selpiani dan Rosalina (2015) laju filtrasi pada kerang hijau dipengaruhi oleh ukuran partikel, ukuran kerang dan faktor lingkungan (suhu dan salinitas). Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar kandungan logam beratnya (Sahara, 2009).

Hasil analisis menunjukkan bahwa logam Pb pada kerang hijau di Pulau Pasaran telah melebihi ambang batas baku mutu menurut SNI No. 7387 tahun 2009 yaitu 1,5 mg/kg. Konsentrasi logam Pb pada kerang hijau yang melebihi ambang batas baku mutu dapat merubah fungsi logam menjadi racun (Cordova, 2011), sehingga apabila manusia terlalu banyak mengonsumsi kerang hijau yang mengandung timbal maka dapat

mengganggu kesehatan seperti merusak fungsi organ, menurunkan IQ, dan lain-lain (Palar, 2008).

3.2.4 Konsentrasi logam Cu pada kerang hijau

Logam Cu tertinggi terdapat pada kerang hijau pada stasiun ke-1 yaitu 14,31 mg/kg. Tingginya logam Cu pada kerang hijau dipengaruhi oleh konsentrasi logam di perairan, laju filtrasi, dan kemampuan kerang hijau dalam mengakumulasi logam. Konsentrasi logam Cu di perairan dipengaruhi oleh bahan organik seperti fosfat dan nitrat (Yuningsih, 2014). Konsentrasi logam Cu pada kerang hijau relatif tinggi karena logam Cu berfungsi sebagai elemen esensial yang dibutuhkan oleh kerang hijau dalam proses fisiologis untuk membantu pembentukan organ (Arifin dan Fadhlina, 2010).

Kandungan logam Cu pada tiga titik lokasi masih dibawah baku mutu menurut SK Depkes RI No.0375/B/SK/1989 yaitu 20 mg/kg. Namun demikian, tetap perlu diwaspadai apabila manusia terlalu banyak mengonsumsi kerang hijau yang mengandung logam Cu secara terus menerus, karena dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia, seperti kerusakan hati dan ginjal (Priyanto dan Ariyani, 2008).

4. KESIMPULAN

Konsentrasi logam Pb dan Cu di perairan Pulau Pasaran telah melebihi ambang batas baku mutu menurut Kepmen LH No.51/2014 sehingga perairan tersebut tidak layak dijadikan tempat usaha budidaya kerang hijau. Konsentrasi logam Pb pada kerang hijau juga telah melebihi ambang batas baku mutu pangan sehingga dikhawatirkan berdampak buruk terhadap kesehatan masyarakat.

5. SARAN

Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap prospek budidaya kerang hijau di Pulau Pasaran mengenai kelayakan usaha budidaya pada tempat tersebut.

PERSANTUNAN

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung, masyarakat Pulau Pasaran dan semua instansi terkait yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, J.A., R.E. Barreto, L.B. Novelli, F.J. Castro, & S.E. Moron. 2009. Oxidative stress biomarkers and aggressive behavior in fish exposed to aquatic cadmium contamination. *Neotropical Ichthyology*. 7(1): 103-108.
- Arifin, Z. A., & Fadhlina, D. 2010. Fraksinasi logam Pb, Cd, Cu dan Zn dalam sedimen dan bioavailabilitasnya bagi biota di perairan Teluk Jakarta. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 14(1): 27-32.
- Astirin, O. P., Setyawan, A. D., & Harini, M. 2002. Keragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Sungai di Kota Surakarta. *Biodiversitas*. 3(2): 236-241.
- Aunurohim, A., & Liliandari, P. 2013. Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau (*Perna viridis* L) terhadap *Chaetoceros* Sp. dalam Media Logam Tercemar Kadmium. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2):149-154.
- Azhar, H., Widowati, I., & Suprijanto, J. 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.
- Bafihi, E. L. 2017. Pengaruh Salinitas Terhadap Toksisitas Logam Timbal (Pb) Pada Perkembangan Embrio Ikan Nila Jatimbulan (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Universitas Airlangga. 177 p.
- Bhargavan BPV. 2008. Haematological responses of green mussel (*Perna viridis* L, 1758) to heavy metals copper and mercury. *Cochin University Of Science And Technology*. 229 hal.
- Cahyani, M. D., Ria, A., dan Bambang Y. 2012. Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*. 1 (2) : 73 – 79.
- Cappenberg, H. AW. 2008. Beberapa aspek biologi kerang hijau (*Perna viridis* L, 1758). *Jurnal Bidang Sumberdaya Laut Pusat Penelitian Oseanologi-LIPI* 33:33-40.
- Cordova M.R. 2011. Heavy metals bioaccumulation and green Mussels (*Perna viridis*) Malformation in Jakarta Bay Waters. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 156 p.
- Hadinafta, R. 2009. Analisis kebutuhan oksigen untuk dekomposisi bahan organik di lapisan dasar perairan estuari Sungai Cisadane, Tangerang. Institut Pertanian Bogor. 69 hal.
- Hafizzullah, I. 2016. Kajian Eksperimental Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium, Peralite Dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor 2 Langkah 135 CC. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta. 67 hal.
- Hammer, M.R. 2008. A magnetically excited microwave plasma source for atomic emission spectroscopy with performance approaching that of the inductively coupled plasma *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. Netherlands. 63(4): 456-464.
- Ika, I., Tahril, T., & Said, I. 2012. Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara (The Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) Metals in The Sea Water of Coastal Area of Taipa's Ferry Harbor Subdistrict of North Palu). *Jurnal Akademika Kimia*. 1(4): 181-186.

- Noor, N. M., Astuti, A. D., & Efendi, E. 2016. Performance of Green Mussel (*Perna viridis*) in Monoculture and Polyculture System Within Sea Bass (*Lates calcarifer*). *Aquasains*. 4(2): 389-400.
- Noor, N. M. 2015. Prospek Pengembangan Usaha Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Pulau Pasaran, Bandar Lampung. *Aquasains*. 3(2): 239-246.
- Ochiai EI. 1987. *General Principles of Biochemistry of Elements*. Plenum Press. New York, hal 227-234.
- Palar.H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi logam berat*. Jakarta :Rineka Cipta. 152 hal.
- Palar, H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta. Rineka Cipta. 152 hal.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta. 151 hal.
- Priyanto, N., & Ariyani, F. 2008. Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) pada ikan, air, dan sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1): 69-78.
- Rahmadani, R. 2017. *Kajian Kandungan Beberapa Logam Berat pada Ikan Kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di Pesisir Teluk Lampung*. 65 hlm.
- Riena, N. N., Putri, W. A. E., & Agustriani, F. 2012. Analisis Kualitas Perairan Muara Sungai Way Belau Bandar Lampung. *Maspari Journal*, 4(1), 116-121.
- Sari, A., Hidayat, D., & Juliasih, N. L. G. R. 2017. Kajian Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Dan Tembaga (Cu) Pada Ikan Teri Kering (*Stolephorus Sp.*) Di Pesisir Teluk Lampung Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 2(2), 88-97.
- Sahara, E. 2009. Distribusi Pb dan Cu pada berbagai ukuran partikel sediimen di Pelabuhan Benoa. Bali. *Jurnal Kimia*, 3 (2). 75-80.
- Selpiani, L., & Rosalina, D. 2015. Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Kawasan Pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat. *Oseatek*. 9(01), 21-34.
- Sembel, L. 2012. Analisis beban pencemar dan kapasitas asimilasi di estuari sungai belau Teluk Lampung. *Maspari Journal*. 4(2): 178-183.
- Susana, T. 2010. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*. 5(2): 33-39.
- Wardani, S. P. R. 2008. Pemanfaatan limbah batubara (fly ash) untuk stabilitas tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan. *Pidato Pengukuhan Guru Besar Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang*. 71 hal.
- Yudha, I.G. 2007. *Kajian pencemaran logam berat di wilayah pesisir kota bandar lampung prosiding seminar hasil-hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 7 hal.
- Yuningsih, H. D., Anggoro, S., & Soedarsono, P. 2014. Hubungan bahan organik dengan produktivitas perairan pada kawasan tutupan eceng gondok, perairan terbuka dan keramba jaring apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal*. 3(1): 37-43.