

ARTIKEL RISET



Analisis Kandungan Logam Berat Pb Dan Zn Pada Budidaya Tiram Pasifik (*Crassostrea gigas*) Di Desa Alue Naga, Banda Aceh

Analysis of Heavy Metal Contents of Pb And Zn In Pacific Oyster Cultivation (*Crassostrea Gigas*) In Alue Naga Village, Banda Aceh

Sri Muliani^{1,2,*}, Sofyatuddin Karina¹, Ichsan¹, Sri Agustina¹, Nurfadillah¹

Diterima: 10 September 2021/ Disetujui: 08 November 2021
© Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala 2021

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada budidaya tiram pasifik (*C. gigas*) pada kawasan badan air yang berupa waduk di Desa Alue Naga, Banda Aceh. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2020. Pengambilan sampel dilakukan pada lokasi penelitian dalam tiga perlakuan wadah budidaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Simple Random Sampling, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan langsung pada wadah budidaya sehingga sampel memperoleh peluang yang sama untuk menjadi sampel yang mewakili populasi. Sampel dianalisis menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) di laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri (BARISTAND). Hasil analisis sampel tiram diperoleh kadar logam berat seng (Zn berkisar antara 0,2885-0,6298 mg/kg. Sebaliknya logam berat timbal (Pb) tidak teridentifikasi di tiga perlakuan (<0,0001 mg/kg). Cemar logam berat Zn di tiram jenis *C. gigas* pada budidaya di Desa Alue Naga telah melewati ambang batas yaitu 0,05 mg/kg sesuai ketentuan oleh Kemen LH no 51 tahun 2004.

Kata Kunci: Timbal (Pb), seng (Zn), Tiram pasifik *C. gigas*, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Kemen LH no 51 tahun 2004,

Abstract

The objective of this research was to determine the levels of heavy metals lead (Pb) and zinc (Zn) in pacific oyster (*C. gigas*) cultivation in water bodies in the form of reservoirs in Alue Naga Village, Banda Aceh. This research was conducted in June 2020. Sampling was carried out at the research location in three treatments of cultivation containers. The method used in this research is Simple Random Sampling, which is sampling that is carried out directly on the cultivation container so that the sample has the same opportunity to become a representative sample of the population. The samples were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) in the laboratory of the Industrial Research and Standardization Center (BARISTAND). The results of the analysis of the oyster samples obtained heavy metal zinc content (Zn ranged from 0.2885-0.6298 mg / kg. In contrast, the heavy metal lead (Pb) was not identified in three treatments (<0.0001 mg / kg). Heavy metal contamination of Zn in *C. gigas* oysters in cultivation in Alue Naga Village has passed the threshold of 0.05 mg / kg according to the provisions of the Ministry of Environment no 51 year 2004.

Keywords: Lead (Pb), zinc (Zn), *C. gigas* Pacific oyster, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Ministry of Environment no 51 year 2004,

Penulis dan Surel Korespondensi:

Sri Muliani

✉ srimulyani070598@gmail.com

- ¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Aceh, Indonesia.
 - ²Ocean Diving Club, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala, Aceh, Indonesia.
-

ARTIKEL RISET

Pendahuluan

Kawasan Alue Naga merupakan salah satu kawasan yang dijadikan lahan budidaya khususnya budidaya tiram pasifik. Badan air yang berupa waduk di Alue Naga merupakan daerah perairan payau yang memiliki karakter yang khas karena dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Selain itu, kawasan tersebut juga sering dimanfaatkan oleh warga sekitar sebagai tempat pencaharian tiram, kerang, udang, ikan. Budidaya tiram merupakan bagian dari kegiatan masyarakat Alue Naga sehari-hari. Jenis tiram yang dibudidayakan oleh masyarakat sekitar berupa tiram *Crassostrea gigas*.

Tiram pasifik (*C. gigas*) adalah salah satu kelompok moluska yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Hewan-hewan akuatik ini hidup dengan menempelkan diri pada akar bakau, batu, tiang penyangga dan benda-benda lain di perairan. Tiram ini tumbuh menjadi larva yang mampu berenang dan memilih substrat yang cocok untuk menempel (Buestel *et al.*, 2009). Jenis substrat yang digunakan oleh masyarakat sekitar untuk budidaya tiram berupa keranjang.

Tiram pasifik (*C. gigas*) ini dimanfaatkan oleh penduduk Desa Alue Naga sebagai bahan makanan. Jenis tiram lain seperti *C. cucullata* pernah dikaji kandungan jenis logam Pb di daerah pesisir Krueng Raya, Aceh Besar oleh Astuti *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa jenis tiramnya negatif Pb. Namun kajian sebelumnya oleh Sarong *et al.* (2015), menyebutkan bahwa jenis tiram pasifik di sungai Lamnyong negatif Pb dan Positif Zn, meskipun kawasan ini sering dilalui oleh kapal nelayan. Umumnya, tiram sangat rentan terkontaminasi oleh logam berat karena kebiasaan makannya yang menyerap dari perairan (Bouilly *et al.*, 2006).

Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa adanya berbagai kegiatan antropogenik di dekat waduk, misalnya kegiatan pariwisata, rumah tangga, limbah pertanian serta bongkar muat hasil perikanan. Kegiatan antropogenik ini diduga menghasilkan limbah yang dapat mencemari dan memberi dampak negatif pada organisme akuatik terutama pada moluska yang mengendap di dasar perairan. Salah satu polutan yang mungkin dihasilkan dari aktivitas antropogenik adalah logam berat.

Jenis logam Pb dan Zn ini memiliki potensi untuk mencemari perairan tersebut karena adanya aktivitas bongkar muat hasil perikanan yang berlokasi di dekat kawasan budidaya tiram. Timbal adalah logam non-esensial, logam berat ini beracun bagi manusia bahkan pada konsentrasi rendah, sedangkan seng adalah logam berat esensial yang dibutuhkan oleh organisme hidup pada konsentrasi rendah, namun dikenal toksik pada konsentrasi tingkat tinggi bagi hewan dan manusia juga (Darmono, 1999).

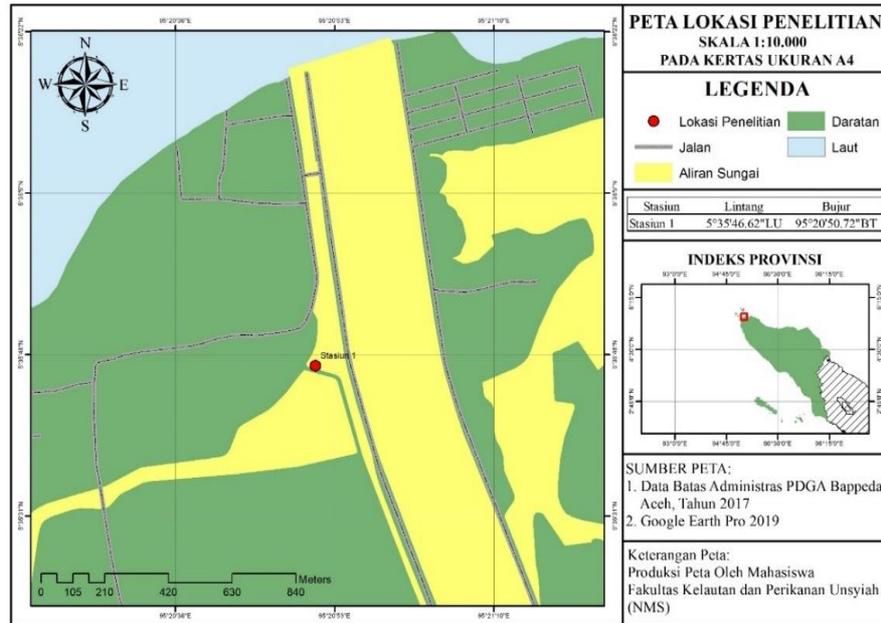
Namun penelitian mengenai analisis kandungan logam berat pada budidaya tiram yang dikembangkan dalam wadah dipermukaan belum pernah dilakukan, sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk mendapatkan informasi seberapa besar kandungan logam berat Pb dan Zn yang terkontaminasi dalam tiram pada wadah permukaan.

Bahan Dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2020. Pengambilan sampel tiram bertempat di lokasi penelitian yaitu Desa Alue Naga, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Analisis logam

ARTIKEL RISET

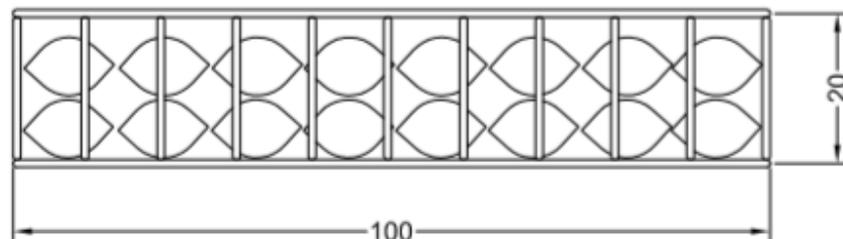
berat Pb dan Zn akan dilakukan di Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Aceh (BARISTAND). Peta lokasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan pada lokasi penelitian dalam wadah budidaya di permukaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan teknik *Simple Random Sampling*, yaitu pengambilan sampel yang dilakukan langsung pada wadah budidaya sehingga sampel memperoleh peluang yang sama untuk menjadi sampel yang mewakili populasi. Pengambilan sampel tiram dengan menggunakan tangan serta pisau untuk pemisahan tiram dari substratnya. Tiram yang diambil adalah tiram yang dibudidaya pada wadah permukaan atau keranjang dengan tiga perlakuan yaitu perlakuan A dengan padat tebar benih 25 ind/1500 cm², perlakuan B dengan padat tebar benih 30 ind/1500 cm² dan perlakuan C dengan padat tebar benih 35 ind/1500 cm². Sampel tersebut dimasukkan ke dalam plastik dan ditambahkan sedikit air, dan diberi label. Kemudian dibawa ke Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Aceh (BARISTAND) untuk dianalisis kadar timbal (Pb) dan seng (Zn).



Gambar 3. 3 Ilustrasi wadah budidaya

Proses Destruksi Logam Pb dan Zn Pada Tiram Pasifik (*Crassostrea gigas*)

ARTIKEL RISET

Sampel tiram yang telah dihaluskan, kemudian ditimbang sebanyak 5 gram di dalam porselen yang sudah diketahui bobotnya. Dimasukkan sampel ke dalam gelas kimia 100 ml, kemudian di tambahkan HNO₃ 10 ml dan dipanaskan di atas *hot plate* atau *microwave* hingga semua sampel larut, diatur suhu 110⁰C. Selanjutnya setelah semua sampel larut, kemudian didinginkan lalu disaring dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml serta ditambahkan aquades hingga tanda batas. Kemudian diukur dengan AAS menggunakan nyala udara asetilen.

Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi standar untuk penentuan logam Pb dan Zn diperoleh dengan menggunakan serapan larutan standar masing-masing unsur pada kondisi optimum unsur. Kemudian linieritas kurva kalibrasi dibuat dengan larutan standar Pb dan Zn dengan konsentrasi 1000 ppm di pipet 10 ml, dimasukkan ke labu ukur 100 ml, ditambahkan HNO₃ 5 N, diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas. Larutan 1000 ppm tersebut digunakan sebagai larutan induk untuk membuat larutan standar. Larutan standar logam diencerkan sesuai kebutuhan, untuk larutan standar Pb dan Zn digunakan 7 variasi konsentrasi yaitu 0 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,5 ppm, 1 ppm, 2ppm dan 5 ppm. Kemudian diukur pada panjang gelombang 217,0 nm untuk logam Pb dan 213,9 nm untuk logam Zn.

Analisis Sampel dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*

Analisis logam dilakukan dengan menggunakan AAS. Prosedur pengoperasian AAS yaitu dihidupkan alat AAS, kemudian larutan standar dan sampel dimasukkan dalam tabung reaksi yang tersedia pada alat AAS, dilakukan pengaturan pada computer alat AAS penggunaanya. Dihidupkan api dan lampu katoda AAS, posisi lampu juga diatur untuk memperoleh serapan maksimum. Kemudian diaspirasi larutan standar ke dalam nyala udara asetilin, penunjukkan hasil bacaan pengukuran harus nol dengan menekan tombol nol. Secara berturut-turut larutan baku dianalisis menggunakan AAS. Hasil pengukuran serapan atom akan direkam oleh AAS untuk memperoleh nilai regresi linear yang digunakan dalam pemantauan konsentrasi regresi logam Pb dan Zn pada sampel.

Analisa Data

Data yang di analisa pada penelitian ini merupakan data yang berasal dari alat AAS. Data tersebut akan di tampilkan dalam bentuk tabel dan grafik yang akan menentukan nilai absorbansi dan nilai konsentrasi Pb dan Zn. Konsentrasi regresi ini diperoleh berdasarkan nilai regresi kurva kalibrasi (Supriatno dan Leli fajri, 2009). Rumus yang digunakan untuk menentukan kadar logam Pb dan Zn adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar logam (mg/kg)} = \frac{C_{reg} \times P \times V}{G}$$

Keterangan: *C_{reg}* : Konsentrasi regresi (mg/L)
P : Faktor pengenceran
V : Volume pelarut (L)
G : Berat/volume sampel (kg)

ARTIKEL RISET

Hasil

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi logam berat Pb dan Zn pada daging tiram pasifik (*Crassostrea gigas*) yang dianalisis menggunakan alat AAS disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil analisis konsentrasi logam berat Pb dan Zn pada tiram pasifik,

Sampel	Logam	satuan	Ambang batas mg/kg*	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C
Tiram Pasifik (<i>C. gigas</i>)	Pb	mg/kg	1,5	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Zn	mg/kg	0,05	0,2885	0,3084	0,6298

* : Baku Mutu Kepmen LH no.51 tahun 2004,

Tabel 4.2 Data parameter kualitas air di perairan Alue Naga

Parameter	Nilai			
	Minimum	Maksimum	Optimal Rate (Zainura <i>et al.</i> , 2016)	Kisaran
pH	6,9	8,7	6,8 - 7,5	6,9 - 8,7
DO (mg/L)	3	4,8	4,5 - 7,4	3 - 4,8 mg/L
Salinitas (ppt)	2	32	30 - 35	2 - 32 ppt
Suhu (°C)	28	35	27 - 30	28 - 35 °C

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran logam berat pada lokasi budidaya tiram disebabkan oleh banyaknya aktivitas yang menghasilkan buangan limbah. Menurut Rochyatun *et al.* (2006), keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri. Badan air atau waduk di Desa Alue Naga ini merupakan kawasan yang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai daerah budidaya tiram. Pada kawasan ini juga adanya kegiatan bongkar muat hasil perikanan yang diduga menghasilkan limbah yang dapat mencemari dan memberi dampak negatif pada organisme akuatik. Salah satu dampak negative yang ditimbulkan dari kegiatan ini adalah logam berat.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap cemaran logam berat Pb pada tiram pasifik (*C. gigas*) di ketiga Perlakuan diperoleh hasil <0,0001 mg/kg atau tidak terdeteksi pada kajian ini. Semua hasil analisis sampel untuk logam Pb menunjukkan hasil yang sama. Hal ini membuktikan bahwa tiram yang dikembangkan dalam wadah di permukaan pada lokasi penelitian ini tidak terkontaminasi oleh jenis logam berat ini.

Pada pengamatan terhadap cemaran logam berat Zn pada tiram pasifik (*C. gigas*) di ketiga perlakuan didapati Perlakuan A sebesar 0,2885 mg/kg, Perlakuan B sebesar 0,3084 mg/kg dan perlakuan C sebesar 0,6298 mg/kg (Tabel 4.1). Konsentrasi logam berat Zn di ketiga Perlakuan relatif tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian ini telah tercemar logam berat Zn, karena diseluruh perlakuan nilai kadar logam berat Zn yang didapati telah melewati

ARTIKEL RISET

ambang batas Baku Mutu Kemen LH no.51 tahun 2004 untuk kandungan logam yang terdapat pada jenis moluska atau kerang-kerangan yang baik untuk dikonsumsi.

Kandungan logam berat Zn yang paling tinggi berada di perlakuan C dan yang terendah pada perlakuan A. Hal itu dikarenakan jumlah padat tebar tiram pasifik (*C. gigas*) antar perlakuannya berbeda, sehingga pada perlakuan A pertumbuhan tiram lebih rendah didapati logam berat dikarenakan jumlah tiramnya yang sedikit. Sedangkan pada perlakuan C itu lebih tinggi konsentrasi logam beratnya karena pertumbuhan tiram yang relative lebih lambat dengan padat tebar tiram yang lebih banyak dari perlakuan lainnya.

Kadar logam Zn pada penelitian ini diperoleh dari hasil perhitungan kadar logam Zn (Lampiran 5). Kadar logam Zn dihitung berdasarkan nilai konsentrasi regresi masing-masing sampel yang diperoleh dari hasil analisis pada alat AAS. Nilai regresi linier yang ditunjukkan pada kurva kalibrasi adalah $y=0,0199+0,0004x$ dan nilai $r=0,9995$. Dimana nilai y merupakan nilai absorbansi, sedangkan nilai x merupakan nilai konsentrasi regresi dan nilai r yaitu 0,9995. Konsentrasi regresi sendiri diperoleh berdasarkan persamaan regresi linier (persamaan linier).

Logam berat terbagi atas dua jenis yakni logam berat esensial dan non esensial. Jenis yang pertama yakni logam berat esensial yang sangat dibutuhkan setiap makhluk hidup, namun beberapa di antaranya (dalam kadar tertentu) bersifat racun. Unsur ini di alam biasanya terdapat dalam bentuk terlarut atau tersuspensi (terikat dengan zat padat) serta terdapat sebagai bentuk ionik. Contoh dari logam berat untuk unsur esensial adalah Zn. Keberadaan logam zink (Zn) dalam air laut bersumber dari penggunaan pupuk kimia yang mengandung logam Cu dan Zn, buangan limbah rumah tangga yang mengandung logam Zn seperti korosi pipa-pipa air dan produk-produk konsumen (misalnya, formula detergen) yang tidak diperhatikan sarana pembuangannya (Tarigan *et al.*, 2003).

Sejauh ini penelitian tentang tiram pasifik (*C. gigas*) yang dilakukan di Aceh masih sangat sedikit. Adapun penelitian yang telah dilakukan diantaranya yaitu analisis kandungan logam berat Pb pada tiram *Crassostrea cucullata* di pesisir Krueng Raya, Aceh Besar (Astuti *et al.*, 2016), struktur komunitas tiram daging di perairan estuaria Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh (Octavina *et al.*, 2014), kontaminasi cadmium, timbal dan seng pada tiram daging (*Crassostrea gigas*) yang di panen dari muara sungai Lamnyong, Banda Aceh, Indonesia (Sarong *et al.*, 2015) dan hubungan panjang-berat family Ostreidae di muara Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Indonesia (Octavina *et al.*, 2015).

Parameter pendukung pada penelitian ini yaitu kualitas air yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju akumulasi logam berat pada tiram pasifik (*C. gigas*). Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini yaitu DO, pH, suhu dan salinitas. Nilai DO, pH, suhu dan salinitas yang didapatkan pada saat pengambilan sampel (Tabel 4.2) masih dalam kisaran normal, hal ini menunjukkan bahwa DO, pH, suhu dan salinitas tidak terlalu mempengaruhi laju akumulasi logam Zn dalam tiram pasifik (*C. gigas*).

Effendi (2003) menyatakan bahwa suhu air yang optimum untuk budidaya ikan dan udang adalah 27-30°C. pH pada penelitian ini, tergolong baik yaitu 6,8-7,5, hal ini didukung oleh Widowati (2004) yang menyatakan bahwa pada umumnya pH yang baik untuk pemeliharaan berkisar antara 6,9- 8,7. DO selama penelitian berkisar antara 4-5 mg/L.

ARTIKEL RISET

Menurut Syafriadiman *etal.*, (2005) oksigen terlarut yang paling ideal untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme akuatik yang dipelihara adalah lebih dari 5 ppm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan kandungan logam berat yaitu seng (Zn) pada tiram pasifik (*Crassostrea gigas*) hasil budidaya yang dikembangkan dalam wadah dipermukaan di Desa Alue Naga, Kota Banda Aceh dengan konsentrasi yang paling tinggi pada perlakuan C 0,6298. Nilai tersebut telah melewati ambang batas baku mutu sebesar 0,05 mg/kg. Sedangkan kandungan logam berat timbal (Pb) pada tiram pasifik ini tidak terdeteksi oleh alat AAS, sehingga tiram pasifik ini aman untuk dikonsumsi.

Daftar Pustaka

- Astuti, I., S. Karina, I. Dewiyanti. 2016. Analisis kandungan logam berat Pb pada tiram *Crassostrea cucullata* di pesisir Krueng Raya, Aceh Besar, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*.
- Badan Standarisasi Nasional. *Batas Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*, SNI No.7387. 2009.
- Bintang dan Maria. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Erlangga, Jakarta.
- Bouilly K., Gagnaire B., Bonnard M., Thomas-Guyon H., Renault T., Miramand P., Lapegue S., 2006 Effect of cadmium on aneuploidy and hemocyte parameter in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, *Aquatic Toxicology*.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI.Press, Jakarta.
- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. Edisi pertama*. UI Press, Jakarta.
- Darmono, 1999. Cadmium (Cd) in the environment and its effect on the animal health and productivity, *Wartazoa* 8(1):28-32 [in Indonesian].
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan kelima*. Yogyakarta: Kanisius. 258 pp.
- [EPA] Environmental Protection Agency. 2005. *Toxicological Review of Zinc and Compound*. Washington (US), Environmental Protection Agency.
- Fitriyah, Khaina Rinda, 2017. Studi Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Bulu (*Anadara antiquate*) di Perairan Pantai Lekok Pasuruan. *Skripsi*. UIN Malang, Malang.
- Hartono, 2012. *Teknik Budidaya Bivalvia*. Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.
- Hidayat, D., N.P.I. Novita. 2012. Sebaran Kandungan Logam Berat Cd Pada Sedimen Di Muara Sungai Way Kuala Bandar Lampung, *Molekul*, 7 (1): 82-88.
- Jumiati, 2017. Akumulasi Logam Timbal (Pb) Pada Tiram *Crassostrea* Sp. Dan Hubungannya Dengan Parameter Lingkungan Laut Di Perairan Kecamatan Barru Kabupaten Barru. *Skripsi*, Universitas Hasanuddin Makassar.
- Kementerian Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, Keputusan No.51 /MNKLH/I/2004. Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Kementerian Negara Kependudukan Dan Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Khopkar, S.M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press, Jakarta.
- Koestoer dan Raldi Hendro. 1995. *Prespektif Lingkungan Desa Kota*. UI Press, Jakarta.

ARTIKEL RISET

- Neldawati. 2013. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Pillar Of Physics*. 2, UNPAD.
- Ningsih dan Purwati. 2009. Karakteristik Protein dan Asam Amino Kijing Lokal (*Pilsbryconcha exilis*) Dari Situ Gede Bogor Akibat Proses Pengukusan. *Skripsi*. IPB, Bogor.
- Nurjanah,. 2012. Analisis Kandungan Logam Berat Hg, Cd dan Pb Daging Kijing Lokal (*Pilsbryconcha exilis*) Dari Perairan Situ Gede. *Jurnal No. 1. IPB*, Bogor.
- Octavina, C., F. Yulianda, M. Krisanti. 2014. Struktur Komunitas Tiram Daging Di Perairan Estuaria Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, *Depik*.
- Octavina, C., F. Yulianda, M. Krisanti, Z.A. Muchlisin. 2015. Length-Weight Relationship Of *Ostreidae* In The Kuala Gigieng Estuary, Aceh Besar District, Indonesia. *AACL Bioflux*, 8(5): 817-823.
- Palar H., 2008. *Contamination and toxicology of heavy metals*. Rineka Cipta, 152 pp. In Indonesian, Jakarta.
- Roehyatu, E., T. Kaisupy, A. Rozak. 2006. Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Makara*.10 (1): 35-40.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb, Dan Hg Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sarong, M.A., C. Jihan, Z.A. Muchlisin, N. Fadli, S. Sugianto. 2015. Cadmium, Lead And Zinc Contamination On The Oyster *Crassostrea Gigas* Muscle Harvested From The Estuary Of Lamnyong River, Banda Aceh City, Indonesia. *AACL Bioflux*, 8 (1): 1-6.
- Sugianti, Budi,. 2014. *Daftar Mollusca yang Berpotensi sebagai Spesies Asing Invasif di Indonesia*. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Supriatno dan Lelifajri. 2009. Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam sampel ikan dan kerang secara spektrofotometri serapan atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(1): 5-8
- Standar Nasional Indonesia, 2009, *Batas Maksimum cemaran logam Berat dalam pangan*, Badan Standar Nasional, Jakarta.
- Tarigan, Z., Edward, & Rozak, A. (2003). Kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni dalam air laut dan sedimen di muara sungai Membramo Papua dalam kaitannya dengan kepentingan budidaya perikanan. *Jurnal Sains*, 7(2), 119 - 127.
- Taufiq, N. S., R. Hartati, J. Cullen, J. M. Masjhoer. 2007. Pertumbuhan Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*) Pada Kepadatan Berbeda. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 12(1): 31-38.
- Wardani dan Destia Ayu Kusuma. 2014. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Unnes J Life Sci* 3, no. 1, Semarang.
- Widowati, Wahyu dan Andi . 2008. *Efek Toksik Logam*, Yogyakarta.
- Widowati, L.L. 2004. Analisis Kesesuaian Perairan Tambak di Kabupaten Demak ditinjau dari Aspek Produktivitas Primer menggunakan Penginderaan Jauh. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yulaipi dan Sumah. 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mosambicus*). *Jurnal Sains dan Seni*, Vol.2 No.2, ITS.
- Zainura, R. Rusydi, M. Khalil. 2016. Studi Pembesaran Tiram (*Crassostrea* sp.) Melalui Desain Tata Letak Yang Berbeda. *Jurnal Acta Aquatica*. 3(2): 54-61.