

BIOAKUMULASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA ORGAN HATI DAN GINJAL IKAN TIMPAKUL (*Periophthalmodon schlosseri*) DI PERAIRAN DESA KUALA LUPAK KALIMANTAN SELATAN

Bioaccumulation of Heavy Metals Lead (Pb) in the Liver and Kidney Organs of Mudskipper (*Periophthalmodon schlosseri*) Fish in the Waters of Kuala Lupak Village, South Kalimantan

Waliya Mu'jijah *, Krisdianto, Heri Budi Santoso, Hidayaturrehman, Badruzaufari

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Langbung Mangkurat, Jalan A. Yani Km.36, Banjarbaru, Indonesia

*Penulis koresponden: waliyamj998@gmail.com

Abstract.

The Barito River is the longest and largest river in South Kalimantan which empties into the Java Sea and one of its estuary is located in the village of Kuala Lupak. Estuaries are usually the end place of waste disposal that can give a negative impact to the environment. One of the waste that pollutes the environment is the heavy metals lead (Pb). The purpose of this research is to analyze the concentration of heavy metals in the liver and kidney organ of timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) fish, whether it is on the verge of standard quality based on the places i.e. river and mangrove. Methods undertaken is laboratory analysis with analytical Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) using 18 test samples taken from the river and mangrove. The results obtained based on content (average \pm standard deviation) Metal Pb in the liver of timpakul fish (*Periophthalmodon schlosseri*) is concentrated in the range of $0,0012 \pm 0,0005 - 0,0037 \pm 0,0032$ mg/kg with an average $0,0022 \pm 0,0014$ mg/kg and on the kidneys is $0,0168 \pm 0,0381 \pm 0,0034 - 0,0065$ mg/kg with an average of $0,0285 \pm 0,0072$ mg/kg. While the mangrove the Pb results concentration in the liver is $0,0003 \pm 0,0007 - 0,0026 \pm 0,0016$ mg/kg with an average of $0,0019 \pm 0,0008$ mg/kg and in the kidney is $0,0176 \pm 0,0084 - 0,0377 \pm 0,0044$ mg/kg with an average of $0,0275 \pm 0,0046$ mg/kg. Based on the experiments, the results showed that the heavy metal content in timpakul fish is harmless according to the National Standardization Agency 7387.2009 SNI about maximum limits for heavy metal impurities i.e. a maximum of 0.3 mg/kg.

Keywords : bioaccumulation, liver, kidney, *Periophthalmodon schlosseri*, Kuala Lupak Village

1. PENDAHULUAN

Perairan merupakan salah satu wadah alami yang paling rentan tercemari oleh logam berat Pb karena adanya limbah industri yang berasal dari permukiman atau pabrik yang mana limbah ini biasanya dialirkan ke sungai yang bermuara ke laut. Tidak hanya dikarenakan oleh limbah industri perairan juga dapat tercemar oleh kebiasaan masyarakat dalam membuang limbahnya ke perairan (Karleni 2015). Timbal (Pb) yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari limbah buangan industri kimia, industri percetakan, industri yang menghasilkan logam dan cat (Aunurohim 2013).

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme hidup melalui makanan yang dimakannya, karena hampir 90% logam berat masuk ke dalam tubuh melalui jalur makanan. Logam berat masuk pada jalur tersebut melalui dua cara, yaitu lewat air (minuman) dan tanaman

(makanan). Sisanya akan masuk secara difusi atau perembesan lewat jaringan dan melalui pernafasan (insang) (Palar, 1994). Logam berat juga dapat menghambat laju pertumbuhan ikan. Toksisitas logam berat timbal (Pb) dapat memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, semakin lama pemaparan timbal dan semakin tinggi konsentrasi timbal akan menurunkan laju pertumbuhan. Timbal (Pb) dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi akan menghambat aktivitas enzim. Kegiatan industri, pertanian, pariwisata maupun rumah tangga menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan, bila pengelolaan limbahnya belum dilakukan dengan baik. Kualitas air ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya kandungan beberapa ion logam dan non logam dalam air (Widiyanti 2005).

Salah satu jenis fauna ikan gelodok atau timpakul yang ditemukan di daerah rawa bakau di muara Sungai Barito Kalimantan Selatan adalah *Periophthalmodon schlosseri* (Hidayaturrehman,

2013). Bentuk *Periophthalmodon schlosseri* menyerupai amfibi, pola hidupnya unik beradaptasi dengan habitat pasang surut, tidak seperti kebanyakan ikan dapat bertahan hidup dan aktif saat air surut, mencari makan dan berinteraksi dengan satu sama lain, misalnya untuk mempertahankan wilayah mereka (Dwiyitno 2008).

Karakter morfologi meliputi studi morfometrik, meristik dan karakter khusus ikan. Morfometrik merupakan ciri yang berkaitan dengan ukuran tubuh atau bagian tubuh ikan misalnya panjang total dan panjang baku. Ukuran ini merupakan salah satu hal yang dapat digunakan sebagai ciri taksonomik saat mengidentifikasi ikan. Karakter meristik adalah ciri yang berkaitan dengan jumlah bagian tubuh dari ikan, misalnya jumlah sisik pada garis rusuk, jumlah jari-jari keras dan lemah pada sirip punggung (Dwiyitno 2008). Klasifikasi ikan timpakul (Bay Science Foundation 2009) sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Actinopterygii
Ordo : Perciformes
Family : Gobiidae
Subfamily : Oxudercinae
Genus : *Periophthalmodon*
Species : *Periophthalmodon schlosseri*

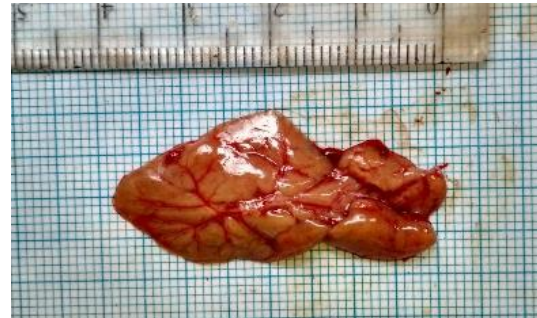


Gambar 1. Morfologi *Periophthalmodon schlosseri*

Timpakul merupakan hewan territorial dimana hewan ini dapat beradaptasi saat berada diluar air. Ruang insang menutup rapat ketika timpakul berada didarat, hal ini memungkinkan insang menjadi tetap basah dan membuat insang tetap bekerja serta dapat menyuplai oksigen melalui kulitnya untuk berespirasi sementara ikan berada diluar air (Hidayaturrahmah 2013).

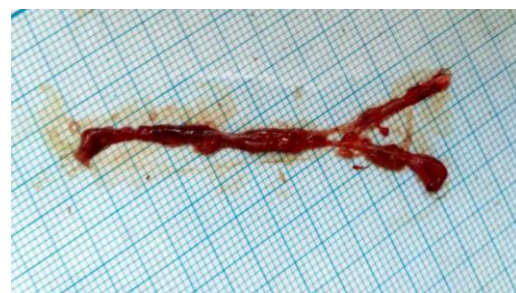
Periophthalmodon schlosseri memiliki hati yang berukuran lebih besar dibandingkan dengan hati ikan pada umumnya. Hati ikan ini terletak di bagian depan rongga badan dan mengelilingi usus yang memanjang hingga ke bagian punggung. Hatinya berwarna kuning pucat, bertekstur lunak,

dan lentur (Rahmawati 2015) seperti yang ditunjukkan gambar. Organ hati *Periophthalmodon schlosseri* berbentuk lonjong dengan panjang mulai dari ± 3 cm – 5,5 cm, lebar mulai dari ± 1 cm – 4 cm, dan berat mulai dari ± 1 gram – 4,5 gram. Gambar ukuran, warna, dan bentuk hati *Periophthalmodon schlosseri* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hati *Periophthalmodon schlosseri*

Kadar logam dalam tubuh makhluk hidup dalam hal ini hewan, dapat dideteksi melalui daging, urine, darah, dan tulang. Kadar logam dalam daging dan tulang berhubungan dengan kadar logam dalam darah dan urine saat daging dan tulang terbentuk dengan demikian, daging dan tulang merupakan bagian tubuh hewan yang banyak mengakumulasi logam berat (Nurrachmi 2010). Fungsi ginjal dimulai pada glomerulus yaitu pembentuk ultrafilter dari plasma. Ultrafilter akan masuk kapsula Bowmen dan menuju ke lumen pada tubulus (Riauwaty 2012). Tinggi dan rendahnya kandungan logam Pb yang terdapat pada tubuh ikan timpakul disebabkan karena logam Pb bersifat logam non essensial yang berarti logam ini tidak dibutuhkan didalam tubuh organisme, akan tetapi logam tersebut dalam jaringan tubuh akan terus naik jika terjadi kenaikan konsentrasi logam berat didalam badan perairan (Selpiani 2015).



Gambar 3. Ginjal *Periophthalmodon schlosseri*

Organ ginjal *Periophthalmodon schlosseri* berbentuk oval dengan panjang mulai dari $\pm 0,19$

cm – 5 cm, lebar mulai dari $\pm 0,1$ cm – 1 cm, dan berat mulai dari $\pm 0,3$ gram – 1 gram.

Sungai Barito adalah sungai terbesar dan terpanjang di Kalimantan Selatan yang mana airnya bermuara ke Laut Jawa serta sungai ini mempunyai banyak anak sungai. Desa Kuala Lupak Kecamatan Tabungnen Kabupaten Barito Kuala merupakan salah satu sungai terbesar yang ada di Kalimantan Selatan. Muara sungai ini biasanya diikuti dengan adanya pembuangan limbah yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan di beberapa kawasan perairan (Dini *et al.* 2012). Perairan biasanya dicemari melewati kegiatan industri, pertanian, pariwisata maupun rumah tangga yang menghasilkan limbah yang dapat mencemari perairan di lingkungan. Air dapat ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya kandungan beberapa ion logam dan non logam dalam air. Salah satu logam yang potensial mencemari lingkungan adalah Timbal (Pb). Timbal (Pb) dihasilkan dari kegiatan industri seperti pengolahan logam, baterai, pengolahan kayu, pestisida dan insektisida. Masuknya Pb ke dalam perairan akan meningkatkan konsentrasinya, sehingga menyebabkan bioakumulasi dan biomagnifikasi pada biota (Widiyanti 2005).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat beracun dan berbahaya yang banyak ditemukan di perairan dan cenderung mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan. Timbal (Pb) yang masuk ke dalam ekosistem dapat menjadi sumber pencemar dan dapat mempengaruhi biota perairan serta dapat mematikan ikan terutama pada fase juvenil karena toksisitasnya tinggi (Aunurohlim 2013). Residu logam berat yang ditemukan pada air dan sedimen muara Sungai Barito yang pernah diteliti pada tahun 2008, salah satunya berupa timbal (Pb) pada air dan sedimen di atas ambang batas yang diijinkan. Air di muara sungai Barito memiliki nilai kadar logam berat timbal (Pb) di atas batas normal. (Fahrurnisa 2017).

P. schlosseri adalah ikan yang hidup di lingkungan perairan Kalimantan Selatan yang belum banyak mendapat perhatian dalam menganalisis untuk Logam Berat (Pb) seperti pada biota lainnya. Kemampuan biota dalam mengakumulasi logam berat Pb padahal memiliki nilai yang berbeda-beda. Menurut penelitian Syarifah (2017) terdapat adanya kandungan logam berat pada organ ikan (kulit, insang, dan daging). Oleh karena itu perlu ada dilakukan lagi analisis logam berat Pb yang ada pada darah, hati dan ginjal ikan timpakul.

Darah yang berfungsi sebagai alat pengangkut atau transportasi zat dalam tubuh, sehingga darahnya

yang menyalurkan berbagai macam toksik ke anggota tubuh seperti jantung, hati dan ginjal pada ikan. Jantung berfungsi untuk memompa darah ke anggota tubuh lain seperti hati dan ginjal. Darah akan mengalir dari tubuh melewati hati dan kemudian hati akan melewati ginjal. Hati berperan penting dalam proses metabolisme biomolekul, menyimpan cadangan makanan, dan transformasi bahan pencemar dari lingkungan. Hati merupakan organ yang paling berperan banyak dalam mengakumulasi zat toksik. Lain halnya dengan hati ginjal berfungsi sebagai regulasi osmotik air.

2. METODE

Alat yang digunakan yaitu lukah, kantong jala ikan, timbangan, alat bedah, papan bedah, cawan petri, kotak pendingin (cool box), botol, plastik, alat bedah, neraca digital analitik, gelas beaker 25ml/100ml, blender/homogenizer, botol polypropylene, cawan porselen tertutup, corong plastik, desikator hot plate, microwave (khusus untuk destruksi pengujian logam), pipet tetes, gelas ukur 50 ml, labu ukur 50 ml, oven, pipet volumetrik 10 ml, 5 ml, dan 1 ml, pisau, refrigerator, sendok plastik, tabung analitik, tungku pengabuan (fumace), wadah polystyrene, Atomic Absorbtion Spectrophotometry (AAS), desikator, kamera digital, alat tulis, sarung tangan latex, dan kertas label.

Bahan penelitian yang digunakan yaitu organ hati dan ginjal 18 ekor ikan timpakul sungai dan 18 ekor timpakul mangrove, Ethylene Diamine Tetra Acid (EDTA), akuades 1000 ml, dan larutan asam nitrat (HNO₃ 5N) 100 ml.

Periophthalmodon schlosseri diambil di daerah muara Sungai Barito, Kalimantan Selatan dengan cara dipancing. Umpan yang digunakan adalah udang berukuran kecil. Cara memancing ikan ini adalah dengan menggerak-gerakkan umpan di sekitar ikan. *Periophthalmodon schlosseri* yang terkena umpan langsung dimasukkan ke dalam kurungan bambu.

Persiapan selanjutnya dilakukan di Laboratorium Anatomi dan Fisiologi Fakultas MIPA UNLAM. Sebelum organ hati dan ginjal diambil, panjang total (cm), panjang baku (cm), lebar (cm), dan tinggi (cm) *Periophthalmodon schlosseri* diukur menggunakan milimeter blok dan penggaris. Beratnya (g) ditimbang menggunakan timbangan digital.

Ikan kemudian dibedah untuk diambil organ hatinya. Organ hati lalu diukur panjang (cm), lebarnya (cm) dan volume (ml) menggunakan milimeter blok, penggaris dan gelas ukur. Hati dan

ginjal kemudian ditimbang beratnya (gram) menggunakan neraca analitik.

Sampel organ hati dan ginjal selanjutnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer untuk ditimbang dan dianalisa. Proses destruksi basah menggunakan microwave, sampel ditimbang 2 g atau sebanyak 0,2g-0,5g dalam vessel, dibuat kontrol positif Pb dengan menambahkan masing-masing 0,2 ml larutan standar Pb, ditambahkan 5 ml- 10 ml HNO₃ 65% dan 2 ml H₂O₂, dilakukan destruksi dengan mengatur program microwave untuk pengujian Pb. Hasil destruksi dipindahkan ke labu takar 50 ml dan ditambahkan larutan matrik modifer, dan ditepatkan sampai pada tanda batas dengan air deionisasi. Pengukuran logam berat timbal (Pb) disesuaikan dengan SNI 01-2354.7-2006 pada produk perikanan menggunakan AAS.

Data yang didapat dari uji kuantitatif pada organ hati dan ginjal dengan analisis komparatif disajikan dalam bentuk tabel. Data kuantitatif kandungan logam berat pada sampel organ yang disajikan dalam bentuk tabel dibandingkan konsentrasi logam berat Pb pada sampel dengan konsentrasi Standar Baku Mutu logam berat Pb pada organ hati dan ginjal ikan timpakul yang ditetapkan oleh SNI 7387.2009 Badan Standarisasi Nasional tentang batas maksimum cemaran logam berat serta dibandingkan dengan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Guna mengetahui hubungan kandungan logam Pb dengan berat ikan digunakan analisis rerata berat ikan dari yang paling besar (>151 g), sedang (101- 150 g), dan kecil (50-100 g). Kemampuan organ hati dan ginjal dalam mengakumulasi logam berat Pb melalui tingkat biokonsentrasi faktor (BCF) dihitung dengan rumus :

$$BCF (o-w) = \frac{C \text{ org.}}{C \text{ sed.}}$$

Dalam hal ini,

BCF(o-w)= Faktor biokonsentrasi (organisme dengan Air)

C org = Konsentrasi logam berat dalam organisme.

C organ = Konsentrasi logam berat dalam sedimen (Vassiliki dan Konstantina 1984 dalam Amriani 2011).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Organ Hati dan Ginjal Timpakul Sungai

Keragaman sampel kandungan logam Pb pada ikan timpakul sungai yang didapatkan kecil (Tabel 1). Kecilnya standar deviasi yang didapat maka sampel ikan yang diukur semakin tidak beragam. Rentang kelas dari bobot ikan yang ditetapkan terlalu kecil.

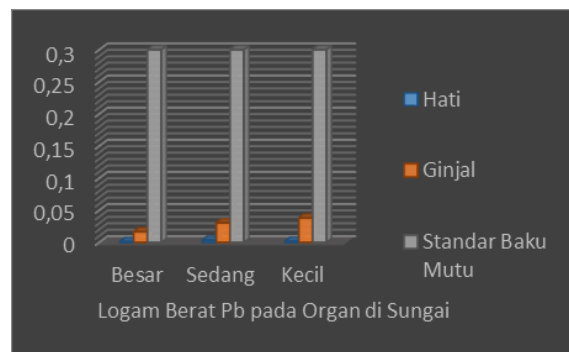
Tabel 1. Kandungan (rerata ± standar deviasi) logam Pb pada organ ikan timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) di sungai

| Sampel ikan timpakul | Rerata ± SD (Pb) | | Standar baku mutu pangan (mg/kg)* |
|----------------------|------------------|---------------|-----------------------------------|
| | Hati | Ginjal | |
| Besar (173-207g) | 0,0012±0,0005 | 0,0168±0,0034 | 0,3 |
| Sedang (115-146g) | 0,0037±0,0032 | 0,0305±0,0118 | 0,3 |
| Kecil (80-95g) | 0,0018±0,0004 | 0,0381±0,0065 | 0,3 |
| Rerata | 0,0022±0,0014 | 0,0285±0,0072 | 0,3 |

Keterangan: *SNI Baku Mutu Pangan 2009

Kandungan logam berat Pb organ hati ikan timpakul di sungai terendah yaitu pada ukuran kelompok besar dan yang paling tinggi ada pada ukuran sedang. Rerata konsentrasi yang didapat 0,0012±0,0005 - 0,0037±0,0032 mg/kg dengan rerata keseluruhan ukuran berat badan yaitu 0,0022±0,0014 mg/kg, sedangkan pada organ ginjal ikan timpakul terendah pada ukuran besar dan tertinggi di ukuran kecil. Rerata konsentrasinya 0,0168±0,0034 - 0,0381±0,0065 mg/kg dengan rerata keseluruhan ukuran berat badan yaitu 0,0285±0,0072 mg/kg.

Kandungan logam Pb di hati pada lokasi sungai memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi mangrove. Nilai logam berat yang terakumulasi oleh hati ikan timpakul yang diperoleh dari hasil (tabel 1) menunjukkan bahwa berada dibawah standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387.2009 Badan Standarisasi Nasional tentang batas maksimum cemaran logam berat yaitu maksimal 0,3 mg/kg, ini menunjukkan bahwa belum berbahaya. Kandungan logam berat yang rendah bisa disebabkan adanya pengaruh lingkungan tinggal ikan serta pasang surutnya air.



Gambar 4. Diagram logam berat timbal Pb ikan timpakul di sungai

3.2 Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Organ Hati dan Ginjal Timpakul Mangrove

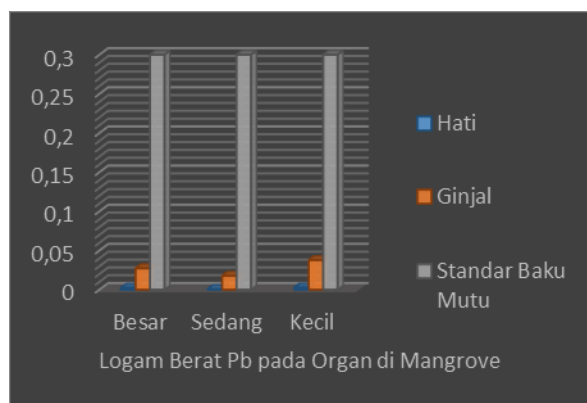
Keragaman sampel kandungan logam berat Pb pada ikan di mangrove yang didapatkan kecil (Tabel 2). Kecilnya nilai standar deviasi menunjukkan bahwa ikan semakin tidak beragam. Kandungan logam berat timbal (Pb) tertinggi di hati ada pada kelompok kecil yakni $0,0026 \pm 0,0016$ dan pada ginjal kelompok kecil yakni $0,0377 \pm 0,0044$. Kandungan logam berat pada hati dan ginjal ikan di mangrove berada di bawah standar baku mutu (untuk Pb 0,3).

Tabel 2. Kandungan (rerata \pm standar deviasi) logam Pb pada organ ikan timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) di mangrove

| Sampel ikan timpakul | Rerata \pm SD (Pb) | | Standar Baku Mutu Pangan (mg/kg)* |
|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | Hati | Ginjal | |
| Besar (155-158g) | $0,0024 \pm 0,0006$ | $0,0273 \pm 0,0011$ | 0,3 |
| Sedang (112-138g) | $0,0007 \pm 0,0003$ | $0,0176 \pm 0,0084$ | 0,3 |
| Kecil (68-86g) | $0,0026 \pm 0,0016$ | $0,0377 \pm 0,0044$ | 0,3 |
| Rerata | $0,0019 \pm 0,0008$ | $0,0275 \pm 0,0046$ | 0,3 |

Keterangan: *SNI Baku Mutu Pangan 2009

Di mangrove organ ginjal dan hati ikan yang menunjukkan nilai tertinggi sama ada pada kelompok ikan kecil. Kandungan logam berat pada hati dan ginjal ikan di Desa Kuala Lupak berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387.2009 Badan Standarisasi Nasional tentang batas maksimum cemaran logam berat yaitu maksimal 0,3 mg/kg, ini menunjukkan bahwa belum berbahaya. Hal ini bisa disebabkan oleh pengaruh dari lingkungan tinggal ikan serta pasang surut air laut.



Gambar 5. Diagram logam berat Pb pada organ di mangrove

4. SIMPULAN

Nilai rerata kandungan logam berat Pb organ hati di sungai dan di mangrove yang tertinggi pada kelompok berat badan sedang yaitu $0,0037 \pm 0,0032$ dan $0,0026 \pm 0,0016$. Sedangkan rerata kandungan logam berat Pb organ ginjal di sungai yang tertinggi pada kelompok berat badan kecil yaitu $0,0381 \pm 0,0065$ dan di mangrove yang tertinggi pada kelompok berat badan sedang yaitu $0,0377 \pm 0,0044$. Kandungan logam berat di organ ginjal lebih tinggi dibandingkan dengan organ hati. Hal ini dikarenakan ginjal berfungsi sebagai regulasi osmotik air. Rerata kandungan logam berat Pb yang didapat lebih rendah dari standar baku mutu yang ditetapkan oleh SNI 7387.2009 Badan Standarisasi Nasional tentang batas maksimum cemaran logam berat yaitu maksimal 0,3. Hal ini bisa disebabkan adanya pengaruh lingkungan dan pasang surut air sungai.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dari awal persiapan penelitian sampai selesai.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Amriani, Hendarto B, Haiyanto A. 2011. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada kerang darah (*Anadara granosa* L.) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 2(9):45-50.
- Aunurohlim, Yulaipi S. 2013. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan hubungannya dengan laju pertumbuhan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni POMITS* 2 (2): 2337-3520.
- Bay Science Foundation. 2009. *Periophthalmodon schlosseri* (Pug-Headed Mudskipper). ZipcodeZoo Index to Animals. Diakses: <http://zipcodezoo.com/Animals/P/Periophthalmodon%5Fschlosseri/>
- Dwiyitno, Aji N, Indriati N. 2008. Residu logam berat pada ikan dan kualitas lingkungan perairan Muara Sungai Barito Kalimantan Selatan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(2): 147-155.
- Erika, Y. 2008. *Gambaran Diferensiasi Leukosit pada Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus) di Daerah Ciampea, Bogor*. Skripsi. (Tidak Dipublikasi). Program Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fahrnunisa S. 2017. *Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Organ Ikan Timpakul (Periophthalmodon schlosseri) di Desa Kuala Lupak Kalimantan Selatan*. FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.

- Hidayaturrahmah, Muhamat. 2013. Habitat ikan timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) di Muara Sungai Barito. *EnviroScienteeae*. 9. 134-139.
- Nurrachmi I., B. Amin. 2010. Kandungan Logam Cd, Cu, Pb, dan Zn pada ikan gulama (*Sciaena russelli*) dari Perairan Dumai, Riau: Amankah untuk dikonsumsi. *Jurnal Teknobiologi* 1(1): 72-84.
- Rahmawati Y. 2015. *Struktur Histologi Hati dan Ginjal Ikan Timpakul (Periophthalmodon schlosseri)*. Skripsi. (Tidak Dipublikasi). Program Sarjana, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Riauwanty SM. 2012. *Histopatologi Hati dan Ginjal Ikan Patin (Pangasius hypophthalmus) yang Terinfeksi Aeromonas hydrophila dan Diobati dengan Temulawak (Curcuma xanthorrhiza ROXB.)*. Repository University of Riau.
- Santoso HB, Yudistira DB, Nurliani A. 2012. Struktur histologi insang ikan gelodok (*Periophthalmodon schlosseri*). *Jurnal Sain Veteriner* 30(2): 35-44.
- Selpiani L, Umroh, Rosalina D. 2015. *Konsentrasi Logam Berat (Pb, Cu) pada Karang Darah (Anadara Granosa) di Kawasan Pantai Keranji Bangka Tengah dan Pantai Teluk Kelabat Bangka Barat*. 9(01): 21-34.
- Setyowati A, Hidayati D, Awik PDN, Abdulgani N. 2011. *Studi Histopatologi Hati Ikan Belanak (Mugil cephalus) di Muara Sungai Aloo Sidoarjo*. Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wahyudewantoro G. 2009. Komposisi jenis ikan perairan mangrove pada beberapa Muara Sungai di Taman Nasional Ujung Kulon, Pandeglang-Banten. *Zoo Indonesia* 18(2): 89-98.

