

APLIKASI BIOMARKER HISTOPATOLOGI HATI DAN GINJAL IKAN TIMPAKUL (*Periophthalmodon schlosseri*) SEBAGAI PERINGATAN DINI TOKSISITAS LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DI MUARA SUNGAI BARITO

Heri Budi Santoso^{1*}, Hidayaturrahmah¹, Bambang Setyo Sihananto²

¹Program Studi Biologi FMIPA ULM, Jalan A. Yani Km 36, Banjarbaru, Indonesia

²Balai Perikanan Budidaya Air Tawar, Mandiangin, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, Indonesia

*Corresponding author: heribudisantoso@ulm.ac.id

Abstrak. Pencemaran logam berat pada ekosistem estuari masih menjadi masalah serius yang membahayakan biota, kualitas perairan dan kesehatan manusia. Muara Sungai Barito termasuk kawasan estuari yang padat aktivitas transportasi batubara, alih fungsi lahan mangrove ke tambak, dan terdapat industri di sepanjang tepi sungainya dengan buangan limbahnya berpotensi mencemari lingkungan sehingga diperlukan program biomonitoring dengan ikan timpakul sebagai biomarker. Paparan logam berat mengakibatkan efek toksik dengan menginduksi stres oksidatif dan produksi senyawa oksigen reaktif (ROS) sehingga menyebabkan perubahan struktur histologis pada organ. Tujuan penelitian mengevaluasi kondisi eksisting kualitas perairan muara sungai Barito secara deskriptif saat penelitian dilakukan; mengukur kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, hati dan ginjal; mengkaji struktur histopatologi organ hati dan ginjal akibat polutan logam berat Pb. Metode penelitian deskriptif analitik, sedangkan metode penentuan lokasi dengan *purposive sampling*. Materi penelitian sampel air, sedimen, organ hati dan ginjal dari muara sungai dan pesisir Kuala Lupak. Penelitian dilaksanakan bulan Agustus 2020. Rerata berat tubuh ikan $153,56 \pm 27,55$ g dan panjang total $22,64 \pm 1,22$ cm. Kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, hati, ginjal diukur dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. Analisis histopatologi hati dan ginjal dengan metode parafin di Laboratorium Anfis FMIPA ULM Banjarbaru dan Laboratorium Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin. Hasil penelitian menunjukkan kualitas air (suhu, pH, DO, TSS, salinitas) muara sungai Barito dan pesisir dalam kondisi baik karena masih dalam kisaran standar kualitas air kelas III sesuai PP RI. 82 tahun 2001. Kandungan logam berat Pb pada sedimen di muara sungai $22,743$ mg/kg, di pesisir $21,578$ mg/kg sesuai dengan baku mutu dari IADC/CEDA 1997, Swedish Environmental Protection Agency/SEPA 2000 dan Canadian Council of Ministers of the Environment 1999; kandungan logam berat Pb pada organ hati di muara sungai dan pesisir $<0,01$ mg/kg sesuai dengan baku mutu SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Bahan Pangan; pada ginjal di muara sungai dan pesisir sedikit lebih tinggi dari batas maksimum yaitu $0,311$ mg/kg dan $0,300$ mg/kg; sedangkan kandungan logam berat Pb pada air di muara sungai dan pesisir lebih tinggi dari baku mutu PP RI no 82 tahun 2001 yaitu $0,246$ mg/L dan $0,197$ mg/L. Terjadi kongesti pembuluh darah, vakuolisasi dan degenerasi melemak pada hati ikan di muara sungai serta kongesti pembuluh darah dan inti piknotik pada hati ikan di pesisir. Terjadi nekrosis tubulus distalis pada ginjal ikan di muara sungai dan dilatasi kapsula bowman pada ginjal ikan di pesisir. Ikan timpakul berpotensi sebagai biomarker dalam biomonitoring untuk mengevaluasi pencemaran logam berat di lingkungan perairan rawa pesisir/estuari. Terdeteksinya logam berat Pb dan terjadinya perubahan struktur histologis pada hati dan ginjal merupakan peringatan dini terjadinya pencemaran logam berat pada muara sungai Barito.

Kata kunci: *Atomic Absorption Spectrophotometry*, Biomonitoring, Histopatologi, Muara Sungai Barito, Polusi perairan, *Periophthalmodon schlosseri*, Pb

1. PENDAHULUAN

Muara Sungai Barito merupakan bagian dari ekosistem rawa pesisir/estuari yang ada di pulau Kalimantan. Fauna khas yang hidup di muara sungai Barito adalah ikan gelodok (*Periophthalmodon schlosseri*) atau ikan timpakul (Hidayaturrahmah dan Muhamat, 2013). Kawasan di sepanjang bantaran muara Sungai Barito dimanfaatkan untuk beberapa kepentingan yang diikuti dengan pembuangan limbah sehingga menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan (Dini *et al.*, 2012). Menurut data perindustrian (Pajrin, 2014), bantaran sungai Barito sebagai tempat usaha bidang perkapalan, pengolahan kayu, pengolahan kelapa sawit, pertanian, industri mebel skala besar, pembuatan perahu dari kayu, dan kerajinan anyaman purun menggunakan zat pewarna sehingga berpotensi menghasilkan limbah logam berat di perairan. Informasi terakhir kualitas perairan muara sungai Barito telah dilaporkan oleh Fahrurnnisa *et al.* (2017) bahwa kawasan perairan tersebut tercemar oleh logam berat Pb (Pb). Kandungan logam berat Pb pada air dan jaringan ikan timpakul (insang, kulit, daging) melebihi baku mutu, tetapi kandungan logam berat Pb pada sedimen masih dibawah baku mutu, sehingga polutan Pb berpotensi menyebabkan toksisitas pada biota di muara sungai Barito. Oleh karena itu perlu dilakukan

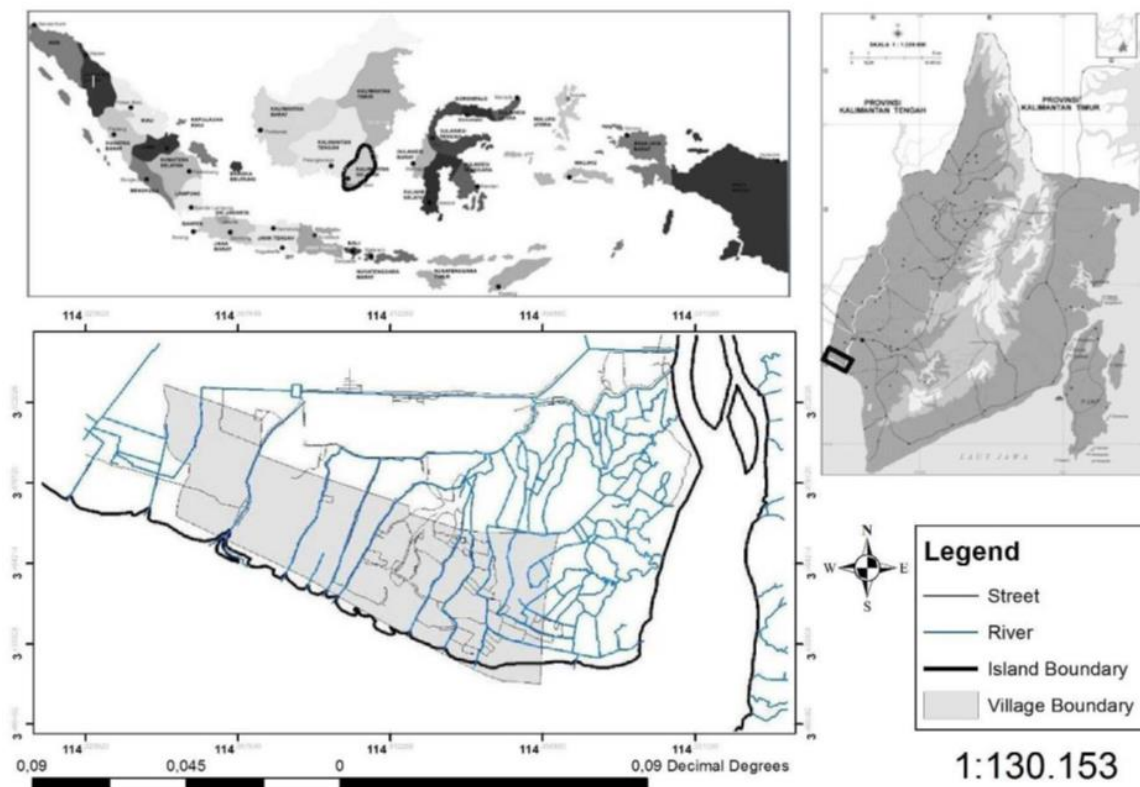


tindakan deteksi dini efek pencemaran logam berat melalui program biomonitoring dengan ikan timpakul sebagai bioindikator dan biomarker.

Ikan timpakul berpotensi sebagai bioindikator dalam program biomonitoring karena secara alami jumlahnya melimpah, toleransi yang luas terhadap kondisi lingkungan tercemar, kebiasaan hidup bentik, tingkat trofiknya tinggi dalam rantai makanan akuatik, peka terhadap perubahan lingkungan dan mampu mengakumulasi logam berat dalam jaringannya. Paparan logam berat mengakibatkan efek toksik pada ikan dengan menginduksi stres oksidatif dan produksi senyawa oksigen reaktif (ROS), sehingga menyebabkan perubahan histologis pada organ. Tujuan penelitian mengevaluasi kondisi eksisting kualitas perairan muara sungai Barito secara deskriptif saat penelitian dilakukan; mengukur kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, hati dan ginjal; mengkaji struktur histopatologi organ hati dan ginjal akibat polutan logam berat. Penggunaan kerusakan jaringan/histopatologi sebagai biomarker akan memberikan sinyal peringatan dini terjadinya pencemaran, sehingga pencemaran dapat dicegah semenjak tingkat seluler, dan tidak terjadi pencemaran pada tingkat ekosistem.

2. METODE

Jenis Penelitian. Jenis penelitian adalah penelitian kuantitatif dengan menggunakan metode penelitian deskriptif. Metode penelitian deskriptif untuk menggambarkan kondisi kualitas air muara sungai Barito serta cemaran logam berat pada ikan yang hidup di muara sungai Barito dan pesisir Kuala Lupak, berdasarkan observasi ke lapangan dan pemeriksaan laboratorium. **Tempat dan Waktu Penelitian.** Jangka waktu penelitian mulai dari persiapan, pengujian analisis kualitas air dan analisis cemaran logam berat Pb membutuhkan waktu selama 4 bulan terhitung sejak melakukan observasi di lapangan yaitu pada awal bulan Agustus 2020. Pengambilan sampel air, sedimen, dan ikan dilakukan di 2 (dua) stasiun yaitu muara sungai dan pesisir pesisir Kuala Lupak pada tanggal 11-12 Agustus 2020. Metode penentuan lokasi dengan *purposive sampling*. **Sampel penelitian.** Sampel penelitian adalah sampel ikan 6 ekor/stasiun; sampel air 500 ml yang diambil \pm 30cm dari permukaan air dan sedimen 500 g pada tiap stasiun. Lokasi penelitian pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di ekosistem rawa pesisir Kuala Lupak/estuari muara sungai Barito

Tahapan Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data. Analisis Kualitas Air: suhu, pH, DO, TSS, salinitas sesuai prosedur SNI. Analisis Cemaran Logam Berat Pb: Analisis kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, hati, ginjal diukur dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) di Balai Riset dan Standarisasi Industri Banjarbaru. Analisis Histologi: Pembuatan preparat histologi hati dan ginjal dengan metode parafin di

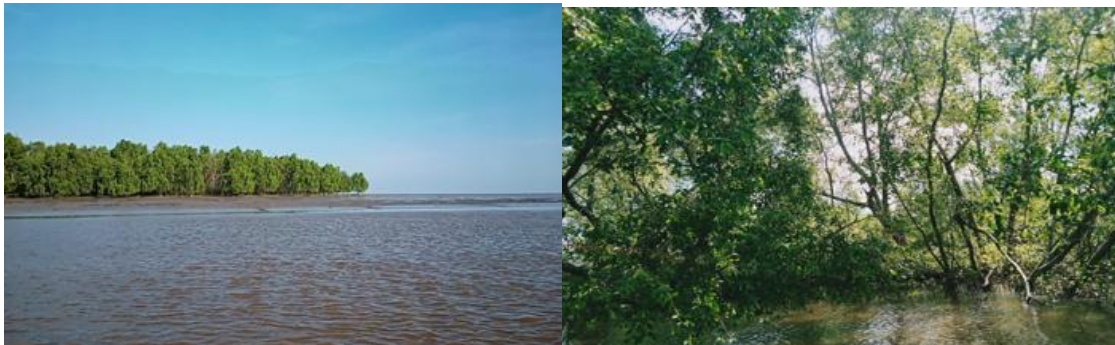
Laboratorium Anatomi Fisiologi FMIPA ULM Banjarbaru dan Laboratorium Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin. Cara kerja sesuai spesifikasi metode IKM/5.4.13/BPBAT-M tentang Identifikasi Cemar Lingkungan pada Ikan dengan Teknik Analisa Histologi: Satu gram hati dan ginjal difiksasi 10% buffer formalin netral selama 24 jam; Jaringan didehidrasi dengan alkohol bertingkat, dibersihkan dengan *xylene*, ditanam dalam lilin parafin; Preparat diiris 4 μm dengan *rotatory microtome*, rehidrasi dengan alkohol bertingkat, diwarnai dengan *haematoxylin eosin*. Pengamatan kerusakan jaringan/histopatologi menggunakan mikroskop cahaya dan fotomikrografi dengan Olympus Digital Camera.

Analisis Data. Analisis deskriptif dilakukan terhadap data kualitas air, cemaran logam berat Pb pada sampel, dan lesi/cedera histopatologis. Analisis kandungan logam berat Pb pada organ dibandingkan dengan baku mutu SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Bahan Pangan, analisis kualitas air dan kandungan logam berat Pb pada air dibandingkan dengan Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas III Peraturan Pemerintah RI No.82 tahun 2001. Analisis kandungan logam berat Pb pada sedimen dibandingkan dengan baku mutu dari IADC/CEDA 1997 (Norwegia), Swedish Environmental Protection Agency/SEPA 2000 dan Canadian Council of Ministers of the Environment 1999.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Eksisting Kawasan Estuari Muara Sungai Barito

Sepanjang pesisir sebelah barat muara Sungai Barito adalah desa Kuala Lupak yang memiliki kawasan hutan bakau seluas lebih dari 30 km (gambar 2), dengan dicirikan tanaman seperti *Rhizophora* sp., *Avicenna* sp., *Xylocarpus granatum*, *Sonneratia caseolaris* dan *Bruguiera parviflora*. Fauna khas yang menghuni kawasan hutan bakau dan pesisir Kuala Lupak adalah ikan gelodok (timpakul: bahasa Banjar) (gambar 3). Kawasan muara sungai Barito dimanfaatkan sebagai lahan multi fungsi berbagai aktivitas antropogenik, seperti kawasan industri, perumahan, dan aktivitas transportasi (gambar 4).



Gambar 2. Kawasan hutan mangrove di pesisir Kuala Lupak Muara Sungai Barito



Gambar 3. Habitat dan morfologi luar ikan timpakul di lumpur tepi muara sungai Barito



Gambar 4. Aktivitas antropogenik pada muara sungai Barito

3.2. Hasil Pengukuran Kualitas Air di Kawasan Estuari Muara Sungai Barito

Hasil pengukuran kualitas air di kawasan estuari Muara Sungai Barito disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas fisika kimia air di kawasan estuari Kuala Lupak Muara Sungai Barito

Lokasi/Stasiun	GPS	Suhu	Kecerahan	TSS	pH	DO	Salinitas
Pesisir	3°28'02.383"S 114°21'31.282"E	28°C	10 m dari permukaan air pesisir	108,4 mg/L	7,1	7,45	15ppt
Muara Sungai	3°27'28.223"S 114°22'04.780"E	27°C	12 m dari permukaan air sungai	12,8 mg/L	6,7	8,10	15ppt

Kualitas perairan muara sungai Barito (suhu, pH, DO, TSS, salinitas) baik untuk mendukung kehidupan biota karena sesuai dengan status mutu air berdasarkan klasifikasi mutu air kelas III menurut PP RI No. 82 Tahun 2001. Suhu perairan di kawasan estuari muara sungai Barito kategori baik yaitu berkisar 27-28°C, sesuai dengan PP RI No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yaitu 26-30°C. Suhu di muara sungai dapat mempengaruhi keberadaan dan sifat logam berat. Peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, hal ini terjadi karena meningkatnya laju metabolisme dari organisme air (Jakfar et al., 2014). Dari hasil pengukuran suhu pada setiap lokasi cenderung stabil. Suhu memiliki pengaruh penting dalam spesiasi logam, karena kebanyakan tingkat reaksi kimia sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Suhu juga dapat mempengaruhi kuantitas logam berat yang diserap ikan, karena proses biologi akan meningkat dua kali lipat pada tiap kenaikan suhu 10°C. Hal ini karena kenaikan suhu mempengaruhi tingkat *influx* (pemasukan) dan *efflux* (pengeluaran) logam berat, sehingga menyebabkan meningkat atau tidaknya bioakumulasi total (Jakfar et al., 2014).

Kisaran pH perairan muara sungai Barito sesuai dengan PP RI No. 82 tahun 2001 yang berkisar pada nilai pH 6-9. Nilai Oksigen terlarut (DO) 7,45-8,10 mg/l, sesuai dengan PP RI No. 82 tahun 2001 yaitu >5 mg/l. Suatu perairan dikatakan baik jika tingkat pencemaran rendah dengan kadar oksigen terlarutnya (DO) lebih besar dari 5 mg/L (Wanna et al., 2017). Menurut Wanna et al. (2017) kadar oksigen terlarut dalam perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/L. Kadar oksigen terlarut pada air di kawasan muara sungai Barito cukup tinggi dari batas minimum kriteria mutu air kelas III, karena muara sungai memiliki arus aliran air yang kuat/lancar jika dilihat secara kasat mata. Menurut penelitian Wanna et al. (2017) tingginya nilai oksigen terlarut disebabkan tingginya gerakan air/arus. Selain itu banyaknya tumbuhan liar di lokasi penelitian menjadikan perairan kaya kandungan oksigen terlarut. Effendi (2003) menambahkan bahwa sumber utama oksigen di perairan berasal dari aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air. Nilai salinitas 15 ppt sesuai dengan PP RI No. 82 tahun 2001 yaitu 6-29 ‰ untuk air payau. Nilai padatan tersuspensi total (TSS) lebih tinggi di pesisir, sedangkan di muara sungai lebih rendah. Menurut Helfinalis (2012) nilai padatan tersuspensi total < 20 mg/l bermanfaat bagi kehidupan biota laut yang berada di sekitar perairan yang diteliti. Nilai padatan tersuspensi total pada kawasan estuari muara sungai Barito berada di bawah nilai toleransi baku mutu Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 yang menyebutkan bahwa kandungan padatan tersuspensi total tidak boleh melebihi 400 mg/l.

3.3 Hasil Analisis Kandungan Logam Berat Pb pada Air, Sedimen, Organ Hati dan Ginjal

Hasil analisis kandungan logam berat Pb yang dilakukan pada dua stasiun yaitu pesisir Kuala Lupak dan muara sungai disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kandungan logam berat Pb pada air, sedimen, organ hati, dan ginjal ikan timpakul di kawasan estuari muara sungai Barito

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Metode Uji	Baku Mutu	Keterangan
			Muara Sungai	Pesisir			
1	Pb dalam air	mg/L	0,246	0,197	AAS	0,03 mg/L	PP No 82 Tahun 2001
2	Pb dalam sedimen lumpur	mg/kg	22,743	21,578	AAS	<30 mg/kg 25mg/kg	IADC/CEDA 1997 (Norwegia) Swedish Environmental Protection Agency (SEPA, 2000)
3	Pb dalam Hati	mg/kg	<0,01	<0,01	AAS	0,3 mg/kg	SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Dalam Bahan Pangan
4	Pb dalam Ginjal	mg/kg	0,311	0,300	AAS	0,3 mg/kg	SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Dalam Bahan Pangan

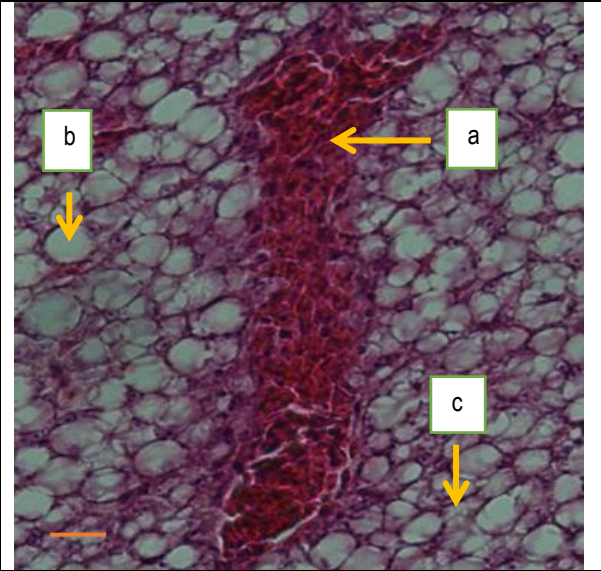
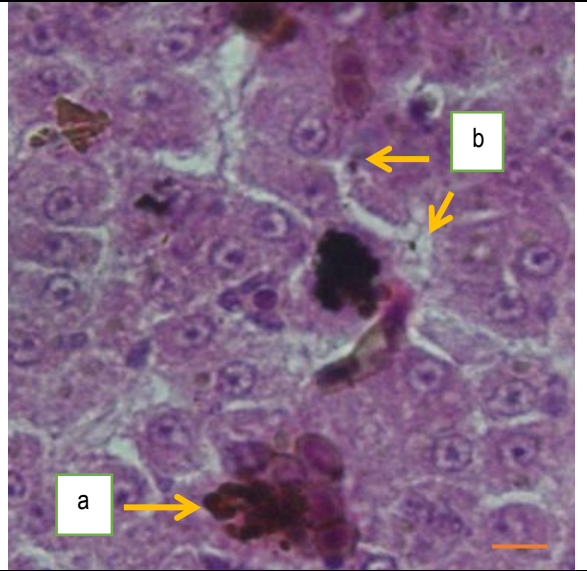
Kandungan logam berat Pb pada air di muara sungai dan pesisir lebih tinggi dari baku mutu PP RI no 82 tahun 2001, kemungkinan disebabkan oleh pembuangan limbah yang mengandung logam berat Pb. Saat air pasang, limbah dari laut pun ikut masuk mengalir ke muara. Polutan Pb diduga berasal dari kegiatan antropogenik seperti dari bahan bakar kapal nelayan, kapal tongkang, atau industri (industri perikanan, pabrik semen, kayu). Aktivitas pelabuhan (bongkar muat dan arus transportasi laut) diduga menghasilkan limbah mengandung Pb. Foto aktivitas antropogenik di muara sungai Barito disajikan pada gambar 4. Perlu dilakukan penelitian untuk mencari sumber/asal pencemaran logam berat di sepanjang muara sungai Barito. Kadar logam berat Pb dalam sedimen sesuai dengan nilai ambang batas yang berlaku, yaitu 25mg/kg (Swedish Environmental Protection Agency/SEPA, 2000), < 30 mg/kg (IADC/CEDA 1997 Norwegia), dan 30,2 mg/kg (Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999) (Fitriani, 2014). Kandungan Pb pada sedimen di muara sungai Barito lebih rendah dari baku mutu, kemungkinan karena waktu pengambilan sampel pada musim kemarau (Agustus). Fitriani (2014) menyatakan bahwa kadar logam berat umumnya rendah pada musim kemarau dan tinggi pada musim penghujan. Penyebab tingginya konsentrasi Pb dalam sedimen pada musim penghujan karena tingginya laju erosi pada permukaan tanah yang terbawa ke dalam badan sungai. Meskipun sedimen tidak tercemar, tetapi kondisi ini bisa memberikan efek akumulasi pada biota.

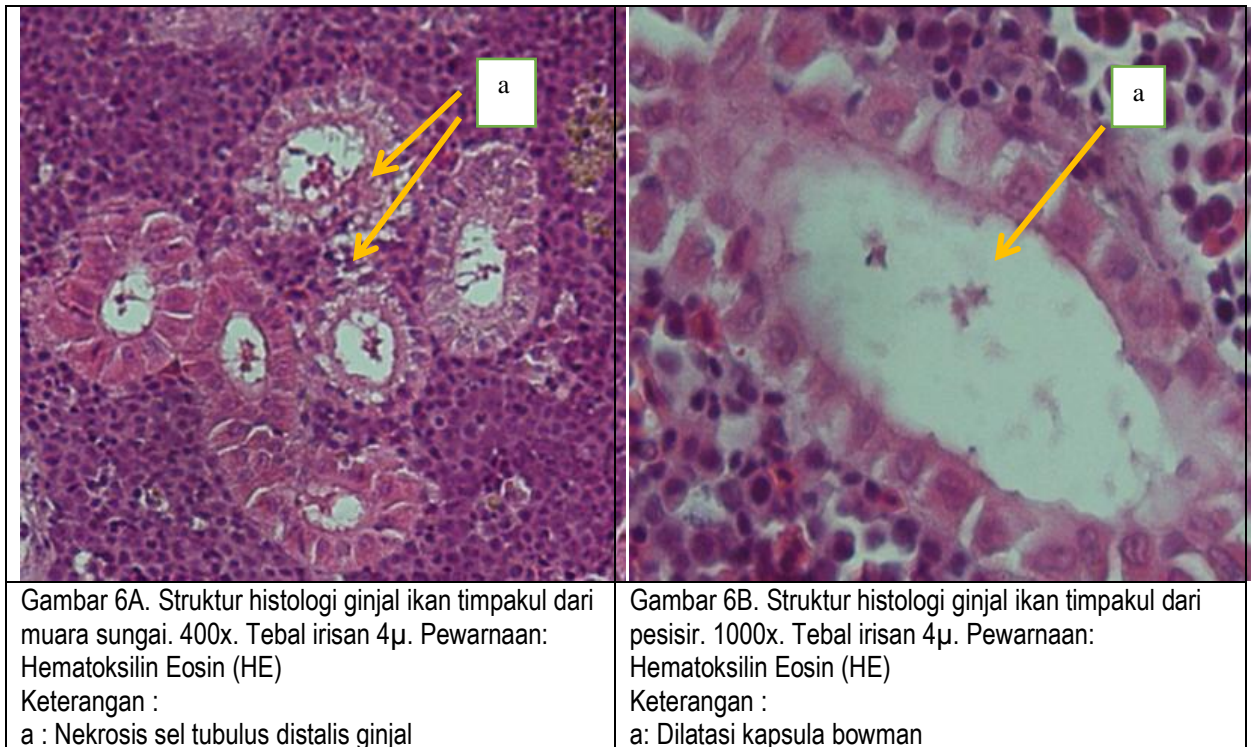
Hati dan ginjal ikan timpakul di muara sungai Barito terdeteksi mengandung logam berat Pb, tetapi dibawah ambang batas. Konsentrasi Pb rerata pada hati masih sesuai ambang batas yang ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (Badan POM) yaitu sebesar 0,5 mg/kg dan SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Dalam Bahan Pangan, yaitu 0,3 mg/kg. Sedangkan pada ginjal memiliki kandungan Pb sedikit lebih tinggi sedikit dari nilai ambang batas. Namun, pada analisis histopatologi ditemukan lesi/cedera

pada kedua organ tersebut yang sifatnya akumulatif. Lesi kemungkinan diakibatkan oleh akumulasi dengan logam berat lain yang pada penelitian ini tidak dilakukan uji kandungan beberapa logam berat, seperti Fe, Zn, Cu, Hg, Cd, Ag. Kandungan logam berat Pb kemungkinan terjadi di insang dan kulit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian El-Moshelhy *et al.*, (2014) di Laut Merah bahwa kandungan tertinggi logam berat Pb dan Mn pada insang ikan. Menurut Damono (2008) dan Palar (2008) proses akumulasi logam berat pada tubuh ikan dengan cara absorpsi melalui sistem pernafasan (insang, kulit) dan sistem pencernaan. Ikan yang hidup pada perairan yang tercemar logam berat akan mengabsorpsi logam berat secara pasif sejalan dengan proses aerasi sehingga kadar Pb tertinggi biasanya pada insang, saluran pencernaan dan daging ikan. Tangahu *et al.*, (2011) menyatakan bahwa proses masuknya logam berat melalui proses difusi bersama air, masuk ke dalam insang kemudian beredar ke seluruh tubuh melalui peredaran darah dan terakumulasi pada daging ikan. Akumulasi logam berat pada sistem pencernaan terjadi karena air yang mengandung logam berat masuk langsung melalui mulut secara osmosis atau bersamaan ketika ikan mengambil makanan. Menurut Mustafa (2020), logam berat Pb adalah logam nonesensial dan dalam kadar tinggi pada jaringan menyebabkan efek neurotoksik sehingga ikan mengalami perubahan tingkah laku, penurunan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup, sehingga diduga logam berat Pb terakumulasi pada sistem saraf. Kawasan estuari muara sungai Barito diduga terkontaminasi oleh beberapa multi polutan sebagai *multi-stressor*, sehingga dapat menyebabkan respons yang berbeda di berbagai jaringan dan tingkat organisasi pada ikan timpakul. Penelitian Ballesteros *et al.* (2017) menambahkan bahwa situasi *multi-stresor* di DAS Ctlamochita menyebabkan respons yang berbeda di berbagai tingkat organisasi ikan *Jenynsia multidentata*.

3. 4 Hasil Analisis Histologi Organ Hati dan Ginjal Ikan Timpakul

Ikan timpakul sebanyak 12 ekor yang ditangkap dengan cara dipancing oleh nelayan memiliki rerata berat tubuh $153,56 \pm 27,55$ g dan panjang total $22,64 \pm 1,22$ cm. Hasil pengamatan struktur histologi hati dan ginjal ikan di kawasan estuari muara sungai Barito menunjukkan terjadi perubahan histopatologi seperti disajikan pada gambar 5 dan 6.

	
<p>Gambar 5A. Struktur histologi hati ikan gelodok dari muara sungai. 400x. Tebal irisan 4μ. Pewarnaan: Hematoksilin Eosin (HE), bar = $50\mu\text{m}$ Keterangan: a : Kongesti pembuluh darah hati b : Vakuolisasi hepatosit hati c : Degenerasi melemak</p>	<p>Gambar 5B. Struktur histologi hati ikan gelodok dari pesisir. 400x. Tebal irisan 4μ. Pewarnaan: Hematoksilin Eosin (HE), bar = $50\mu\text{m}$ Keterangan: a : Kongesti ringan pembuluh darah hati b : Inti piknotik hepatosit hati</p>



Hasil analisis histopatologi pada ikan timpakul saat biomonitoring ditemukan perubahan berupa lesi pada hati dan ginjalnya. Perubahan histopatologis telah banyak digunakan sebagai biomarker evaluasi kesehatan ikan yang terpapar kontaminan, baik di laboratorium dan studi lapangan. Analisis histopatologi secara luas diakui sebagai metode yang berharga untuk menilai cedera pada ikan karena efek akut dan kronis dari paparan kontaminan antropogenik (Ben Ameer *et al.* 2012). Biomarker histopatologis sangat relevan, mudah dan cocok diaplikasikan untuk mendeteksi cedera jangka panjang untuk kadar polutan lingkungan yang relatif rendah tetapi kronis (Abiona *et al.* 2019). Cedera yang terjadi mungkin disebabkan oleh bioakumulasi logam berat Pb dan logam berat lainnya yang pada penelitian ini tidak dianalisis. Lesi pada hati mungkin disebabkan oleh pengaruh akumulatif logam berat dan peningkatan kadarnya dalam sel hati. Vakuolisasi sitoplasma hati yang terjadi mungkin karena pengendapan glikogen dan/atau lipid dan menunjukkan gangguan metabolisme sebagai akibat dari paparan bahan kimia beracun (Mustafa, 2020). Infiltrasi sel inflamasi hati bisa menjadi indikasi terjadinya mekanisme pertahanan akibat perubahan patologis yang disebabkan oleh kontaminasi Pb dan logam berat lainnya. Dengan demikian, infiltrasi seluler dapat dianggap sebagai indikator respon inflamasi pada ikan karena adanya toksikan (Mustafa, 2020).

Fungsi utama ginjal adalah membuang limbah/xenobiotik dari aliran darah, memelihara lingkungan internal yang stabil sehubungan dengan metabolisme air dan garam serta fungsi ekskresi. Oleh karena itu ginjal rentan terpapar oleh berbagai bahan toksik termasuk logam berat sehingga terjadi perubahan berupa lesi histopatologi seperti degenerasi dan nekrosis sel epitel yang melapisi tubulus ginjal. Degenerasi dan nekrosis pada tubulus ginjal merupakan induksi dari disfungsi metabolisme pada ginjal (Mustafa, 2020). Paparan logam berat akut mengakibatkan cedera pada hati ikan berupa edema hepatosit, vakuolisasi, deposisi lipid, dilatasi, dan kongesti. Sedangkan, jika terjadi paparan kronis maka logam berat akan lebih banyak terakumulasi di ginjal sehingga menyebabkan perubahan struktur histologi pada ginjal. Cedera ginjal berfungsi sebagai indikator polusi lingkungan yang dapat diandalkan (Kuang, 2020).

4. SIMPULAN

Kualitas perairan muara sungai Barito yaitu suhu, pH, DO, TSS, dan salinitas baik untuk mendukung kehidupan biota karena sesuai dengan status mutu air berdasarkan klasifikasi mutu air kelas III menurut PP RI No. 82 Tahun 2001.

Kandungan logam berat Pb pada sedimen sesuai dengan baku mutu IADC/CEDA 1997 (Norwegia), Swedish Environmental Protection Agency/SEPA 2000 dan Canadian Council of Ministers of the Environment 1999; kandungan logam berat Pb pada organ hati sesuai dengan baku mutu SNI No. 7387: 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Bahan Pangan; pada organ ginjal sedikit lebih tinggi dari batas maksimum; sedangkan kandungan logam berat Pb pada air melebihi baku mutu PP RI no 82 tahun 2001.

Terjadi perubahan struktur histologi pada organ hati dan ginjal ikan timpaku akibat terpapar logam berat. Studi ini menunjukkan bahwa ikan timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) memiliki kemampuan untuk melakukan bioakumulasi beberapa logam berat dalam jaringannya dengan tingkat yang bervariasi sehingga berpotensi

sebagai alat biomarker untuk biomonitoring dalam mengevaluasi pencemaran logam berat di lingkungan perairan rawa pesisir/estuari. Logam berat Pb yang terdeteksi pada organ dan perubahan struktur histologi pada hati dan ginjal merupakan peringatan dini terjadinya pencemaran logam berat pada muara sungai Barito, sehingga pihak berwenang harus memberikan perhatian yang besar untuk melakukan monitoring guna menyelamatkan ekosistem estuari/rawa pesisir di kawasan muara sungai Barito dari risiko buruk pencemaran.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Rektor ULM dan jajarannya yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA ULM T.A. 2020 Nomor: 023.17.2.6777518/2020 tanggal 16 Maret 2020; dan SK Rektor ULM Nomor: 701/UN8/PP/2020 tanggal 1 April 2020. Terima kasih kepada Era, Azizah, Annisa (mahasiswa Biologi FMIPA ULM) dan pak Sayuti (Kuala Lupak) yang sangat membantu pengumpulan data di lapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abiona, O. O., Anifowose, A. J., Awojide, S. H., Adebisi, O. C., Adesina, B. & Ipinmoroti, M. O. (2019). Histopathological biomarking changes in the internal organs of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to heavy metals contamination from Dandaru pond, Ibadan, Nigeria. *Journal of Taibah University for Science*, 13 (1), 903–911.
- Ballesteros, M. L., Rivetti, N. G., Morillo, D. O., Bertrand, L., Amé, M. V., & Bistoni, M. A. (2017). Multi-biomarker responses in fish (*Jenynsia multidentata*) to assess the impact of pollution in rivers with mixtures of environmental contaminants. *Science of the Total Environment*, 595, 711–722.
- Ben Ameer, W., de Lapuente, J., El Megdiche, Y., Barhoumi, B., Trabelsi, S., Camps, & Borràs, M. (2012). Oxidative stress, genotoxicity and histopathology biomarker responses in mullet (*Mugil cephalus*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) liver from Bizerte Lagoon (Tunisia). *Marine Pollution Bulletin*, 64 (2), 241–251.
- Darmono. (2008). *Lingkungan hidup dan Pencemaran*. UI Press. Jakarta.
- Dini, S., A. Rahman & I. Ridwan. 2012. Permodelan Uji Logam Berat pada Badan Air, Biota dan Sedimen di Perairan Muara DAS Barito. *Jurnal Bumi Lestari*. (12)1: 32 – 44.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kasinus. Yogyakarta.
- El-Moselhy, Kh.M., A.I. Othman., H.Abd. El-Azem dan M.E.A. El-Metwally. (2014). Bioaccumulation of Heavy Metals in Some Tissues of Fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences* : 97 – 105.
- Fahrurnisa, S., Hidayaturrehman, Santoso, H.B. (2017). *Bioakumulasi Logam Berat Pb (Pb) Pada Organ Ikan Timpakul (Periophthalmodon schlosseri) Di Desa Kuala Lupak Kalimantan Selatan*. Skripsi (tidak dipublikasikan). FMIPA ULM, Banjarbaru.
- Fitriani, A., Sulfikar, & Dini, I. (2014). Analisis Kandungan Logam Pb (Pb) pada Sedimen dan Udang Windu (*Penaeus monodon*) di Pesisir Biringkassi Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. *Jurnal Sainsmat*, September 2014, Halaman 191-202.
- Helfinalis, Sultan, dan Rubiman. (2012). Padatan Tersuspensi Total di Perairan Selat Flores Boleng Alor dan Selatan Pulau Adonara Lembata Pantar. *ILMU KELAUTAN*. September 2012. Vol. 17 (3) 148-153.
- Hidayaturrehman, & Muhamat. (2013). Habitat Ikan Timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) di Muara Sungai Barito. *Enviro Scientiae*, 9, 35–44.
- Jakfar, Agustono dan Manan, A. (2014). Deteksi Logam Pb (Pb) Pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Sepanjang Sungai Kalimas Surabaya. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 6 No. 1, April 2014.
- Kuang, S., Le, Q., Hu, J., Wang, Y., Yu, N., Cao, X., & Yan, X. (2020). Effects of p-nitrophenol on enzyme activity, histology, and gene expression in *Larimichthys crocea*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part - C: Toxicology and Pharmacology*, 228.
- Mustafa, SA. (2020). Histopathology and heavy metal bioaccumulation in some tissues of *Luciobarbus xanthopterus* collected from Tigris River of Baghdad, Iraq. *Egyptian Journal of Aquatic Research*.
- Pajirin. (2014). *Perindustrian*. Diakses dari <http://baritokualakab.go.id>.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Tangahu, BV., Siti, RSA., Hasan , B., Mushrifah, I., Nurina, A., Muhammad, M. (2011). A review on heavy metals (As, Pb, Hg) uptakes by Plants through Phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering* vol 2011. Article ID 939161, 31 pages.
- Wanna M., Yanto, S., dan Kadirman. (2017). Analisis Kualitas Air Dan Cemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Dan Pb (Pb) Pada Ikan Di Kanal Daerah Hertasning Kota Makassar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, Vol. 3: S197-S210.

