

Analisis Bioakumulasi Cemaran Logam Timbal (Pb), Besi (Fe) dan Dampaknya pada Histopatologi Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) di Sungai Asahan Kota Tanjungbalai

Bioaccumulation of Lead (Pb), Iron (Fe) Metalcontamination and Histopathological Features of Baung Fish (*Hemibagrus Nemurus*) in The Asahan River Tanjungbalai City

Riko Syahputra Manik, Husnarika Febriani, dan Syukriah

Prodi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Lap. Golf, Desa Durian jangak, Kec. Pancur Batu, Kab. Deli Serdang 20353, Sumatera Utara, Indonesia

Email: rikosyahputra25102000@gmail.com

Abstrak

Sampah rumah tangga, limbah tambang pasir, limbah industri, dan limbah perikanan mencemari Sungai Asahan. Limbah merupakan bahan pencemar yang dapat menurunkan kualitas sungai, baik terhadap biota yang ada di sungai maupun manusia yang mengkonsumsi ikan yang dihasilkannya. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji analisis bioakumulasi logam timbal (Pb) dan besi (Fe) pada air dan daging, serta dampaknya terhadap histopatologi insang dan ginjal ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Purposive sampling digunakan untuk mengumpulkan data dari tiga lokasi sungai Asahan Kota Tanjungbalai. Pengujian logam pada air dan daging ikan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Pembuatan preparat histologi menggunakan teknik parafin dan pewarnaan Hematoxylin-Eosin. Hasil penelitian menunjukkan kadar Pb pada air dan daging ikan dibawah baku mutu 0,03. Sedangkan kadar Fe dalam air pada stasiun I hingga III adalah 2,67 mg/L, 3,67 mg/L, dan 4,07 mg/L. Sedangkan kadar Fe pada daging sebesar 29,49 mg/kg pada stasiun I, 32,1 mg/L pada stasiun II, dan 45,73 mg/L pada stasiun III, hal ini menunjukkan Fe pada air dan daging melebihi baku mutu air (<0,3) dan daging. (<0,8). Kerusakan histologi insang pada setiap stasiun menunjukkan adanya hiperplasia, fusi lamella, dan nekrosis. Sementara kerusakan histologi ginjal menunjukkan adanya perdarahan (hemoragi), degenerasi hidropik, dan nekrosis, dengan kehancuran total di setiap daerah pemeriksaan. Hasil menunjukkan bahwa kerusakan yang paling tinggi pada stasiun III.

Kata kunci: Sungai Asahan, ikan baung (*Hemibagrus nemurus*), histopatologi insang, histopatologi ginjal, logam berat

Abstract

Household waste, sand mining waste, industrial waste, and fishery waste pollute the Asahan River. Waste is a pollutant that can reduce the quality of rivers, both for the biota in the river and for humans who consume the fish they produce. The purpose of this research is to analyze the bioaccumulation of lead (Pb) and iron (Fe) metals in air and flesh, as well as their impact on the histopathology of the gills and kidneys of baung fish (*Hemibagrus nemurus*). Purposive sampling was used to collect data from three locations of the Asahan river, Tanjungbalai City. Testing for metals in water and fish meat using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Making histological preparations using paraffin technique and Hematoxylin-Eosin staining. The results showed that the Pb levels in water and fish meat were below the quality standard of 0.03. While the levels of Fe in water at stations I and II were 2.67 mg/L, 3.67 mg/L, and 4.07 mg/L respectively. Whereas in meat it was 29.49 mg/kg at station I, 32.1 mg/L at station II, and 45.73 mg/L at station III, this indicated that the Fe in water and meat exceeded the water quality standard (<0,3) and meat. (<0,8). Histological damage to gills at each station showed hyperplasia, lamella fusion and necrosis. Meanwhile, histological damage to the kidney showed bleeding (hemorrhage), hydropic degeneration, and necrosis, with total destruction in each area examined. The results show that the highest damage is at station III.

Keywords: Asahan River, baung fish (*Hemibagrus nemurus*), gill histopathology, renal histopathology, heavy metals

Pendahuluan

Sungai Asahan merupakan sungai terbesar yang terbentang dimulai dari hulu bagian danau toba hingga hilir berada di Kota Tanjungbalai. Memiliki Panjang Sungai 150 km dan luas aliran Sungai 2702 km². Dengan titik koordinat yaitu 301°57,84"N: 99053°2.42"E. Dengan Sungai yang begitu luas Sungai asahan sangat berpotensi tercemar oleh limbah masyarakat dan industri (Zevri & Isma, 2021).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa daerah hilir Sungai Asahan merupakan tempat pengolah berbagai jenis olahan hasil laut dan berbagai hasil produk industri, didapati bahwa pada tahun 2020 di Kecamatan Teluk Nibung, terdapat 182 industri yang terdiri dari besar/sedang (8), kecil (153) dan industri rumah tangga (21). Sedangkan industri pengolahan hasil laut sebanyak 20 yang terdiri dari 2 jenis industri olahan laut yaitu pengasinan ikan (14) dan perebusan kerang (6) (Berau, 2020). Limbah hasil industri di Kota Tanjungbalai merupakan limbah yang langsung dibuang ke areal sungai. Berdasarkan berita yang di paparkan oleh beberapa media berita (sumut.antara.news) dilaporkan bahwa limbah PT. Halindo membuang limbah akhir produksinya ke sungai. Pada laman berita lain seperti PT. ASA, dan pabrik ikan asin juga melakukan hal yang sama (Aswika, 2020).

Limbah dari asap dari kapal laut juga berpengaruh terhadap pencemaran air yang terjadi di Sungai Asahan. Tingginya mobilitas arus bolak-balik kapal nelayan merupakan salah satu agen pencemaran logam berat di sungai asahan. Beberapa hal lain yang dilakukan oleh nelayan seperti membuang minyak oli mesin, limbah pengawet ikan dan lain-lain juga berdampak terhadap Sungai asahan (Santi, 2021).

Masyarakat sungai asahan sering menangkap ikan menggunakan jaring/jala ataupun memancing secara langsung kemudian beberapa jenis ikan akan langsung diperjual belikan pasar atau dijual langsung kepada masyarakat sehingga menyebabkan kekhawatiran. Masyarakat juga sering menggunakan air sungai untuk mandi dan juga air sungai asahan juga dijadikan sebagai air minum isi ulang yang digunakan untuk memasak dan minum. Dengan tingginya pencemaran industri, pertambangan dan limbah Masyarakat maka dapat menimbulkan penyakit

apabila air dan biota sungai asahan terakumulasi logam berat timbal (Pb) dan logam berat besi (Fe).

Logam berat timbal (Pb) merupakan logam berat dengan sifat rapuh, lentur, dan dapat mengkerut di suhu dingin. Logam timbal sering terdapat pada berbagai produk pakai masyarakat seperti pipa, baterai, pewarna cat, pendingin, senapan, amunisi, kabel dan perisai radiasi sehingga berpotensi terhadap pencemaran yang dapat timbul disekitaran sungai. Apabila logam timbal pada sungai sangat banyak maka akan berdampak terhadap biota, sehingga juga bisa berdampak terhadap manusia. Selain logam timbal (Pb), logam yang sangat berbahaya apabila dikonsumsi manusia yaitu logam besi (Fe) (Syarifah & Supriyanto, 2022)

Logam besi (Fe) merupakan logam berwarna putih keperakan, dengan ciri mudah larut dalam air yang dapat terurai dengan cepat menjadi ion besi (II) dan besi (III). Besi sangat sering digunakan oleh manusia menjadi barang rumah tangga seperti kabel, baterai, bahan bangunan dan pipa air mineral logam. Hal ini menjadikan logam besi sangat berpotensi menjadi salah satu penyebab sungai dapat tercemar logam besi (Fe) selain itu logam besi juga terdapat didalam pasir sehingga apabila pertambangan pasir beroperasi sangat memungkinkan sungai dapat tercemar logam besi yang sangat tinggi (Ginting, 2007).

Sesuai seperti yang dikemukakan oleh Sitompul et al., (2013) bahwa logam berat seperti timbal (Pb) dan besi (Fe) merupakan logam yang memiliki toksisitas sangat tinggi dan biasanya dihasilkan oleh sebagian limbah industri. Dengan masuknya logam berat timbal dan logam besi berpengaruh terhadap biota sungai asahan salah satunya ikan.

Ikan merupakan salah satu biota air yang dapat terakumulasi logam salah satunya Ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). Ikan baung merupakan ikan tangkapan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Ikan ini diperjual belikan dipasar-pasar yang berada ditanjungbalai sebagai makanan konsumsi sehari-hari (Hamdan & Purwanto, 2022).

Ikan yang terpapar zat toksik seperti logam Timbal (Pb) dan logam besi (Fe) akan berbahaya apabila dikonsumsi oleh manusia. Ketika logam berat masuk didalam tubuh ikan maka akan mengendap didalam tubuh bersifat tahan lama dan dapat merusak fungsi organ

ikan sehingga ikan mengalami keracunan (Hamdan & Purwanto, 2022).

Ikan yang terpapar zat toksik seperti logam Timbal (Pb) dan logam besi (Fe) maka akan mengendap didalam tubuh yang bersifat tahan lama dan dapat merusak fungsi organ ikan sehingga ikan mengalami keracunan (Hamdan & Purwanto, 2022). Kerusakan histologi ikan perlu dilihat untuk mengetahui apakah logam tersebut berdampak terhadap histologi jaringan organ tersebut (Sagala et al., 2014). Apabila ikan yang manusia konsumsi mengandung logam timbal (Pb) dan logam besi (Fe) dapat mengancam kesehatan dengan beberapa penyakit yang akan timbul seperti keracunan (muntah), kerusakan usus, cardiomyopathies, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, penuaan dini, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, pusing, mudah lelah, kulit kehitam-hitaman, sakit kepala, infeksi, insomnia, sakit liver, masalah mental, rasa logam di mulut, , gagal hati, hepatitis, mudah emosi, hiperaktif, hipertensi, myasthenia gravis, nausea, nevi, mudah gelisah dan iritasi, parkinson, rematik, sikopenia, sariawan perut, sickle-cell anemia, strabismus, gangguan penyerapan vitamin dan mineral, hemokromatis hingga menyebabkan kematian pada manusia (Parulian, 2009: Paul et.al., 1989). Paparan logam berat seperti timbal bisa diakibatkan karena mengkonsumsi ikan yang terakumulasi logam timbal (Pb) (Manggara & Prasongko, 2015). Akumulasi logam berat pada organ ikan dapat diamati pada organ seperti insang dan ginjal (Nofianingrum, 2022).

Berdasarkan pemaparan oleh beberapa literatur yang membahas bahwa bahanya logam berat yang disebabkan oleh limbah industri dan masyarakat terkhusus timbal (Pb) dan besi (Fe) yang berada dikota Tanjungbalai maka dari itu perlunya dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah logam timbal (Pb) dan besi (Fe) tersebut sudah mencemari air serta daging dan juga berdampak pada histologi organ insang ikan baung di Sungai Asahan Kota Tanjungbalai.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2023 dengan lokasi penelitian di Sungai Asahan Kota Tanjungbalai, Laboratorium Balai Riset Standarisasi Industry

Medan, dan Laboratorium Patologi Balai Veteriner Medan.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jala ikan, blender philips, ph meter de gray, thermometer/DO meter Edy Lab, cool box Marina 18 S Lion Star 16 liter, mikroskop cahaya Olympus Seri CX33, erlenmayer 100 ml pyrex, cover glass onelab, objek glass slides, pipet volumetrik 25 ml, tabung reaksi pyrex, labu ukur pyrex 100 ml, hot plate dan stirrer Thermo, oven memmert seri UN, seperangkat alat diseksi, mikrotom sledge mainz, water bath lauda hydro, blok parafin dexter Lab, fume hood ESCO Seri EFH, talenan, slide mikrometer, botol polyetilen, timbangan analitik Kern, botol vial kaca, alu dan mortar, SSA (Spekrofotometer Serapan Atom) BIOBASE Seri BK- AA4530F, timbangan, GPS Garmin, ikan baung (*Hemibagrus nemurus*), sampel air sungai asahan, es batu, HNO₃, H₂SO₄, CH₂O₂ 10%, aquades, larutan timbal murni 1000 ml, larutan besi murni 1000 ml, etanol 96%, air, parafin, alkohol bertingkat 70%, 80%, 90%, xylol, BNF 10%, entelan Scytex 500ml, pewarna hematoksilin dan eosin (HE).

Prosedur

1. Identifikasi Ikan Baung

Identifikasi ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) mengacu pada Heek Hee Ng (2013): Revision Of The Asian Catfish Genus *Hemibagrus* Bleeker, 1862 (Teleostei: Siluriformes: Bagridae). Tujuan dilakukannya identifikasi untuk mengetahui taksonomi dari sampel ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) dengan melihat morfologinya (Hee Ng & Kottelat, 2013).

2. Pengambilan Sampel Air

Sampel air diambil pada permukaan air dan bagian dasar di tiga stasiun berdasarkan SNI6999.57:2008 kemudian dimasukkan kedalam jirigen air 2 liter dan ditambah HNO₃ hingga pH air mencapai kurang dari 2 untuk diuji kadar logam timbal yang terkandung didalamnya. Pengambilan air juga dilakukan dengan mengambil air di tiga stasiun untuk menguji kualitas fisika dan kimia air dengan menguji kualitas air sebanyak 5 liter yang dimasukkan kedalam wadah ember dan Diuji pH, Suhu, dan DO menggunakan alat DO meter.

3. Pengambilan Sampel Ikan

Sampel ikan diambil sebanyak 3 ekor pada setiap stasiun menggunakan jaring dengan menyortir ikan dengan berat 100-150 gram. Dilakukan pembedahan dengan mengambil organ ikan berupa insang dan ginjal, kemudian difiksasi dengan BNF 10% di dalam botol fiksatif. Tubuh ikan kemudian dimasukkan kedalam plastik lalu disimpan didalam cool box untuk di uji kadar logam pada daging.

4. Pengujian Logam Pada Air

Air diambil dari dirijen sebanyak 50 ml, lalu dimasukkan kedalam gelas piala 100 ml kemudian ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat dan ditambahkan aquades hingga tanda batas lalu ditutup. Dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15ml-20ml. Apabila destruksi belum sempurna maka ditambahkan lagi HNO₃ pekat, kemudian ditutup kembali dengan penutup dan dipanaskan kembali. Melakukan proses tersebut secara berulang sampai logam terlarut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji agak putih atau jernih. Kemudian setelah selesai sampel air dipindahkan kedalam labu ukur 50 ml (saring) dan ditambah aquades sampai tanda batas kemudian homogenkan. Ketika sudah homogen, diuji menggunakan metode SSA dengan panjang gelombang 283,3nm (Diana et al., 2017).

5. Pengujian Logam Pada Daging Ikan

Sampel yang sudah dikelompokkan sesuai stasiun kemudian dibersihkan dan dicuci, kemudian sampel dipisahkan daging dari tulang dan kepala, lalu dihancurkan dengan cara diblender hingga halus, setelah itu daging ikan sebanyak 10 gram dikeringkan dalam oven menggunakan cawan porselen yang telah disterilkan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 105°C kemudian sampel daging diarsang pada cawan tersebut. setelah diarsang lalu sampel dimasukkan kedalam tanur selam 8 jam pada suhu 550°C hingga menjadi abu berwarna putih. Setelah menjadi abu tambahkan 2 ml aquades dan 2 ml HNO₃ pekat, aduk hingga homogen, lalu masukkan pada labu takar 50 ml dan tambahkan aquades hingga tanda batas, kemudian homogenkan, setelah itu saring menggunakan kertas saring. Larutan siap diuji dengan sprektrofotometer serapan atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,3nm (Yusuf, 2011).

6. Pembuatan Preparat dan Pembacaan Histologi Organ Insang dan Ginjal

Pembuatan preparat histologi ginjal melalui beberapa tahapan, adapun tahapan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Wagiman et al., 2019) yaitu fiksasi, dekalsifikasi, dehidrasi *clearing*, impregnasi, *embedding*, *cutting*, deparafinasi, *staining* HE, mounting. Kemudian pembacaan dan pemeriksaan preparate histologi insang dilakukan berdasarkan kriteria yang dilakukan oleh (Kiswandono et al., 2022) dan ginjal kroteria yang dilakukan oleh (Simanullang et al., 2021).

Teknik Analisis Data

Hasil data logam berat (Pb) dan (Fe) pada air sungai dianalisis secara deskriptif, data dibandingkan dengan baku mutu air sungai PP. No.22 Tahun 2021 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Hasil data logam (Pb) dan (Fe) pada ikan dianalisis secara deskriptif, data dibandingkan dengan baku mutu BPOM nomor 5 tahun 2018 tentang batas maksimum cemaran logam pada pangan olahan. Hasil data akumulasi kimia dengan menghitung rumus Biokonsentrasi BCF dengan

$$BCF = \frac{C_b}{C_{wd}}$$

Dimana:

C_b = konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan (Fe) pada organ.

C_{wd}= konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan (Fe) dalam air.

Hasil perhitungan dilanjutkan dengan mengklasifikasikan kedalam kategori tingkat akumulasi berdasarkan Suprpti (2008) yaitu akumulasi rendah BCF<100, sedang 100<BCF< 1000, dan tinggi > 1000 (Nuraeni et al., 2022). Hasil data Korelasi person antara parameter lingkungan dengan konsentrasi Pb dan Fe dalam air dan daging ikan baung (*Hemibagrus nemurus*).

Hasil analisis data histopatologi insang dan ginjal ikan menggunakan metode kuantitatif, dengan analisa persentasi kerusakan menggunakan hasil data statistik uji Anova SPSS. Apabila hasil uji dibawah $\alpha = 0,05$, maka di uji lanjut menggunakan uji Duncan kemudian disajikan dalam deskriptif dan kuantitatif.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil penelitian disajikan dalam bentuk grafik, tabel, atau deskriptif. Analisis dan interpretasi hasil ini diperlukan sebelum dibahas.

Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Besi (Fe) Pada Air Sungai Asahan Kota Tanjungbalai Dan Daging Ikan Baung (*Hemibagus nemurus*) disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Hasil uji kandungan logam berat timbal (Pb) air dan daging ikan sungai Asahan Kota Tanjungbalai pada tabel 1 menunjukkan bahwa pada stasiun I, II dan III memiliki kandungan logam air dibawah baku mutu <0,003 juga berpengaruh pada hasil logam pada daging dibawah <0,07.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa logam Timbal pada Sungai asahan kota tanjungbalai tidak melebihi ambang batas baku mutu air baku mutu <0,003 dan juga pada daging <0,07. Rendahnya logam di air dan daging menunjukkan bahwa akumulasi logam berat timbal di perairan rendah. Tingginya mobilitas pasang surut air laut mempengaruhi rendahnya logam timbal pada air dan daging. Menurut Rochyatun *et al.*, (2010) bahwa rendahnya kadar logam di air bukan berarti cemaran mengandung logam tersebut tidak

berdampak negatif terhadap perairan. namun dikarenakan perairan mampu mengencerkan bahan cemaran sehingga terpendam disedimen logam terbawa pasang surut air laut dengan begitu mempengaruhi tinggi rendahnya logam timba.

Pada logam berat besi menunjukkan bahwa logam besi pada air melebihi ambang batas baku mutu stasiun I (2,67), stasiun II (3,67), dan stasiun III (4,07). Kemudian kandungan logam besi (Fe) pada daging ikan baung (*Hemibagus nemurus*) di sungai Asahan Kota Tanjungbalai positif tercemar berdasarkan tabel 4.1 logam besi (Fe) pada stasiun I (29,4), stasiun II (32,10) dan stasiun III (45,73) dan sudah melebihi ambang batas baku mutu yaitu 0,8 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa perairan sungai Asahan Kota Tanjungbalai sudah tercemar dan melebihi ambang batas baku mutu logam berat besi pada air 0,3 mg/L. Tingginya kadar logam pada air pada stasiun I dikarenakan tingginya pencemaran pertambangan pasir dan limbah rumah tangga yang berada pada areal tersebut. Begitu juga pada stasiun II dan III yang merupakan tempat industri minyak kelapa dan industri perikanan yang membuang limbahnya langsung ke Sungai Asahan Kota Tanjungbalai.

Tabel 1. Kandungan logam berat timbal (Pb) air dan daging ikan Sungai Asahan Kota Tanjungbalai

Stasiun	Kadar logam timbal (Pb)		Baku mutu *	BCF	Kategori akumulatif
	Air (mg/L)	Daging (mg/kg)			
1	<0,003	<0,07	0,03	0	Rendah
2	<0,003	<0,07	0,03	0	Rendah
3	<0,003	<0,07	0,03	0	Rendah

Keterangan: Stasiun I: hulu daerah sedikit tercemar (Kel. Inda Sakti), Stasiun II: aktivitas padat penduduk, aktivitas pabrik, nelayan (Kel. Kapias Pulau Buaya), Stasiun III: sungai paling akhir arah laut (Kel. Pematang Pasir)

*Standar kualitas air kelas III berdasarkan PPRI No.22 Tahun 2021 lampiran VI dan Standar Nasional Indonesia 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan.

Tabel 2. Kandungan logam berat besi (Fe) air dan daging ikan sungai Sungai Asahan Kota Tanjungbalai

Stasiun	Kadar Logam Besi (Fe)		Baku Mutu Air *	Baku Mutu Daging **	BCF	Kategori Akumulatif
	Air (mg/L)	Daging (mg/kg)				
1	2,67	24,49	0,3	0,8	10,75	Rendah
2	3,67	32,10	0,3	0,8	8,57	Rendah
3	4,07	45,73	0,3	0,8	11,04	Rendah

Keterangan: Stasiun I: hulu daerah sedikit tercemar (Kel. Inda Sakti), Stasiun II: aktivitas padat penduduk, aktivitas pabrik, nelayan (Kel. Kapias Pulau Buaya), Stasiun III: sungai paling akhir arah laut (Kel. Pematang Pasir).

*Standar kualitas air kelas III berdasarkan PPRI No.22 Tahun 2021 lampiran VI

** Joint Expert Committee On Food Additives (JECFA) Tahun 2020

Gambaran Histologi Insang Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*)

Hasil uji *one way* ANOVA pada pengamatan rata-rata derajat skor kerusakan histologi insang ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) (Tabel 3) didapat taraf signifikan nilai *p* yaitu sebesar (*p* = 0,005). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kerusakan histologi insang ikan baung perstasiun (*p* < 0,05). Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa stasiun I (36.67 ± 1.52) berbeda nyata dengan

stasiun II (43.33 ± 1.52) dan stasiun III (43.33 ± 2.08).

Hasil uji *One Way* ANOVA pada pengamatan jarak lamella sekunder (Tabel 4) diperoleh hasil taraf signifikan nilai *p* = 0,005. Nilai ini menunjukkan adanya perbedaan jarak lamella sekunder disetiap stasiun (*p* < 0,05). Hasil uji Duncan didapatkan pada stasiun I (40.81 ± 1.13) berbeda nyata dengan stasiun II (34.61 ± 1.86) dan stasiun III (37.06 ± 1.14).

Tabel 3. Hasil rata-rata skor kerusakan histologi insang

Stasiun	Rata-rata Skor Kerusakan Histologi Insang $\pm$ SD	<i>P=Value</i>
Stasiun I	36.67 ± 1.52^a	0,005
Stasiun II	43.33 ± 1.52^b	
Stasiun III	43.33 ± 2.08^b	

Keterangan: SD: Standar Deviasi, Stasiun I: hulu daerah sedikit tercemar (Kel. Inda Sakti), Stasiun II: aktivitas padat penduduk, aktivitas pabrik, nelayan (Kel. Kapias Pulau Buaya), Stasiun III: sungai paling akhir arah laut (Kel. Pematang Pasir).

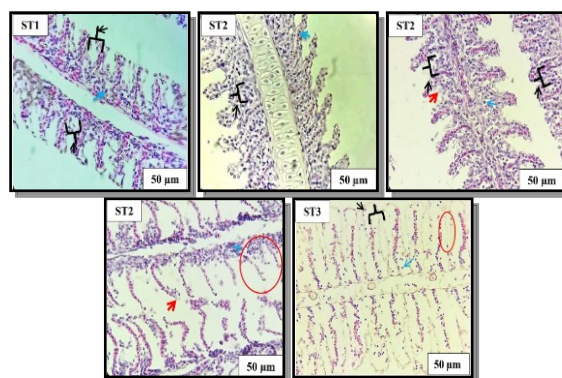
Tabel 4. Hasil Pengukuran Jarak Lamella Sekunder

Stasiun	Rata-rata Jarak Lamella Sekunder (μ m) $\pm$ SD	<i>P=Value</i>
Stasiun I	40.81 ± 1.13^b	0,005
Stasiun II	34.61 ± 1.86^a	
Stasiun III	37.06 ± 1.14^a	

Keterangan: SD: Standar Deviasi

Stasiun I: hulu daerah sedikit tercemar (Kel. Inda Sakti), Stasiun II: aktivitas padat penduduk, aktivitas pabrik, nelayan (Kel. Kapias Pulau Buaya), Stasiun III: sungai paling akhir arah laut (Kel. Pematang Pasir)

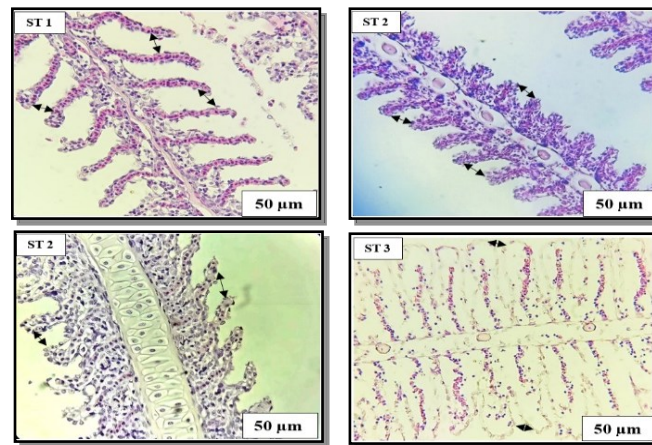
Histologi insang ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) terdapat kerusakan struktur sel dengan kategori kerusakan yang sama pada setiap stasiun. Hal ini disebabkan karena masuknya zat toksik hasil polutan yang disebabkan oleh pembuangan limbah pertambangan, limbah industri, dan limbah rumah tangga yang terus menerus sehingga menyebabkan logam berat terakumulasi dan berpengaruh terhadap kerusakan histologi stasiun I II dan III. Kriteria kerusakan yang ditemukan pada setiap stasiun yaitu hiperplasia, fusi lamella, dan nekrosis (fase piknotik dan kariolisis).



Gambar 1. Histologi dan histopatologi insang, ST (Stasiun), Hiperplasia (panah biru), fusi lamella (panah hitam), Nekrosis fase piknotik (panah merah), nekrosis fase kariolisis (lingkaran merah pewarnaan H&E (400x).

Kerusakan seperti hiperplasia berdasarkan (Gambar 1) ditandai dengan inti sel yang membesar, ini diakibatkan karena produksi sel epitel yang terlalu berlebihan sehingga mengakibatkan banyak sel dengan inti membesar dan menumpuk pada lamella insang. Hiperplasia juga terjadi diakibatkan pembelahan sel klorid pada lamella insang yang

terlalu berlebihan. Pembelahan secara berlebihan terjadi akibat terganggunya pengaturan transportasi ion Ca^{2+} dan Cr pada sistem pernapasan insang, dengan begitu terjadinya penumpukkan sel baru untuk mengatasi laju pernapasan pada insang yang terhambat (Idzni, et al., 2021).



Gambar 2. Pengukuran jarak lamella sekunder menggunakan *image j* pada histologi insang ikan baung ST1 (Stasiun 1), ST2 (Stasiun 2), ST3 (Stasiun3), pewarnaan H&E (400X).

Kerusakan seperti fusi lamella berdasarkan (Gambar 1) disebabkan karena hiperplasia yang terjadi pada histologi insang setiap stasiun maka tahap fusi lamella juga terjadi di setiap stasiun I, II, dan III karena akibat dari hiperplasia terus-menerus yang dapat membuat penebalan dan menyebabkan filamen pada lamella sekunder menyempit dan menyatu antar lamella satu dan yang lain kerusakan ini terjadi dikarenakan adanya produksi sel baru yang berlebihan atau hiperplasia yang menyebar disetiap filamen lamella yaitu di sel sel ephitelium sehingga lamella sekunder akan menyatu dan mengakibatkan terhambatnya proses respirasi maupun ekspirasi O_2 dan CO_2 yang masuk dan keluar pada sistem pernapasan insang (Jamin & Erlangga, 2021).

Kerusakan seperti nekrosis lamella berdasarkan (Gambar 1) terdapat kerusakan pada stasiun I nekrosis tahap piknotik ditemukan sel ephitelium dengan inti mengecil dan menebal. Pada stasiun II dan III nekrosis fase kariolisis dimana sel tidak ditemukan atau terjadi vakuolisasi dengan ditandai struktur sel

pada lamella sekunder yang hilang atau dikatakan dengan kematian sel.

Gambaran Histologi Ginjal Ikan Baung (Hemibagrus nemurus)

Hasil uji one way ANOVA pada pengamatan rata-rata derajat skor kerusakan histologi ginjal ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) (Tabel 5) didapat taraf signifikan nilai p yaitu sebesar ($p = 0,000$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan kerusakan histologi ginjal ikan baung ($p < 0,05$) pada setiap stasiun. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa stasiun I (35.33 ± 577) berbeda nyata dengan stasiun II (42.00 ± 1.00) dan stasiun III (38.33 ± 577).

Hasil uji one way ANOVA pada pengamatan diameter glomerulus (Tabel 6) diperoleh hasil taraf signifikan nilai $p = 0,000$. Yang menunjukkan adanya perbedaan diameter glomerulus perstasiun. Hasil uji Duncan diameter glomerulus pada stasiun I (77.04 ± 4.43) berbeda nyata dengan stasiun II (38.69 ± 3.38) berbeda nyata dengan stasiun III (56.11 ± 3.37).

Tabel 5. Hasil rata-rata skor kerusakan histologi ginjal

Stasiun	Rata-rata Skor Kerusakan Histologi Ginjal $\pm$ SD	P=Value
Stasiun I	35.33 $\pm$ 577 ^a	0,000
Stasiun II	42.00 $\pm$ 1.00 ^c	
Stasiun III	38.33 $\pm$ 577 ^b	

Tabel 6. Hasil pengukuran diameter glomerulus

Stasiun	Rata-rata Diameter Glomerulus (μ m) $\pm$ SD	P=Value
Stasiun I	77.04 $\pm$ 4.43 ^c	0,000
Stasiun II	38.69 $\pm$ 3.38 ^a	
Stasiun III	56.11 $\pm$ 3.37 ^b	

Keterangan: SD: Standar Deviasi;

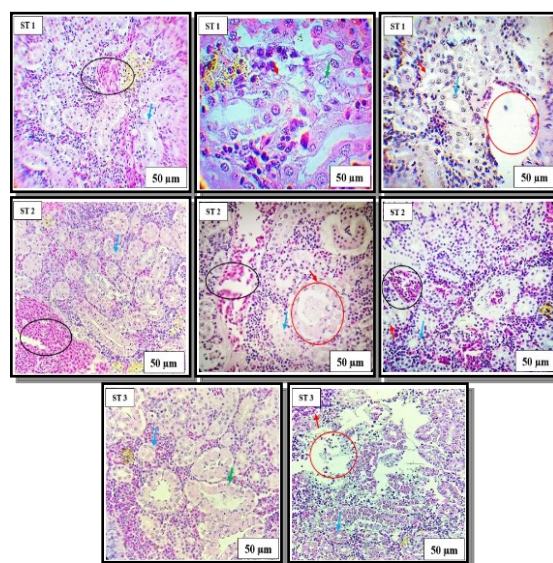
Stasiun I: hulu daerah sedikit tercemar (Kel. Inda Sakti), Stasiun II: aktivitas padat penduduk, aktivitas pabrik, nelayan (Kel. Kapias Pulau Buaya), Stasiun III: sungai palingakhir arah laut (Kel. Pematang Pasir)

Menurut Sukmono, (2019) bahwa tingginya kadar logam yang memasuki tubuh ikan berpengaruh terhadap kerusakan ginjal, dengan kerusakan histologi yang terjadi hemoragi (perdarahan), degenerasi hidropik (pembengkakan tubulus proksimal dan distal), dan nekrosis (kematian sel) (Gambar 3). Sesuai dengan penelitian kerusakan histologi ginjal menurut Janardani et al., (2018) bahwa kerusakan ginjal terjadi diakibatkan karena akumulasi logam yang dapat merusak ginjal berupa disfungsi tubulus, nefropati, sclerosis, degenerasi melemak, dan nekrosis.

Masuknya logam berat secara terus menerus sehingga mengakibatkan rusaknya susunan histologi dari ginjal. Kerusakan ini disebabkan karena tingginya radikal bebas yang disebabkan oleh logam berat besi yang dapat mengganggu proses keseimbangan antara prooksidan dan antioksidan yang gunanya untuk menangkal terjadinya ROS. Kerusakan jaringan akibat terjadinya radikal bebas yang disebabkan oleh logam besi dapat menyebabkan stress oksidative, kerusakan yang disebabkan terjadinya ROS dapat merusak DNA, lipid, dan protein yang berada pada sel. Interaksi ROS dengan Basa DNA dapat merubah struktur kimia DNA, sehingga apabila tidak diperbaiki oleh antioksidan dan prooksidan maka akan menyebabkan sel somatic DNA akan mengalami keganasan (Widayati, 2004). Pada (Gambar 3). Terlihat kerusakan seperti hemoragi, degenerasi hidropik, dan nekrosis

Kerusakan seperti hemoragi berdasarkan (Gambar 3) tahap kerusakan yang diakibatkan oleh rusaknya kapiler darah/ pembendungan darah sehingga ketika darah keluar

menyebabkan tersebarnya darah atau perdarahan yang terjadi pada organ-organ disekitarnya. Hal ini biasanya diakibatkan karena masuknya zat toksik kedalam tubuh sehingga proses kapiler darah tidak sempurna dan berakibat terhadap pecahnya kapiler darah (Triadayani et al., 2010). Pada setiap ikan yang diamati pada stasiun I, II maupun III terdapat hemoragi, ini diakibatkan karena masuknya zat toksik berupa logam berat yang menghambat proses peredaran darah sehingga terjadi pembendungan darah dan darah keluar dari kapiler darah yang diakibatkan tekanan darah naik, dengan begitu darah tersebar kebagian bagian dari jaringan pada organ disekitarnya.



Gambar 3. Histologi dan Histopatologi ginjal, ST(Stasiun): perdarahan (hemoragi) (lingkaran hitam), degenerasi hidropik pada tubulus proksimal (panah hijau), degenerasi hidropik

pada tubulus distal (panah biru), nekrosis fase piknotik (panah merah), nekrosis fase kariolisis (lingaran merah) pewarnaan H&E (400x)

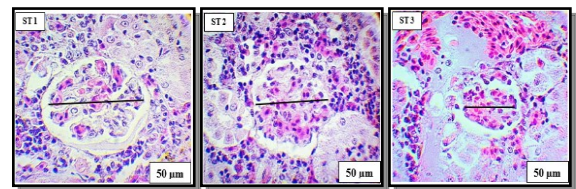
Kerusakan seperti degenerasi hidropik berdasarkan (Gambar 3) tubulus mengalami perubahan bentuk dimana bentuk sel mengalami pembengkakan dengan ditandai sel-sel epitel membengkak dan vakuola yang tampak jernih dan menyempit. Menurut Triadayani et al., (2010) hidropik terjadi karena gangguan logam besi yang mengakibatkan kurangnya produksi ATP sehingga menghambat pemompaan ion dan mengalami gangguan asupan sehingga keseimbangan antara cairan terganggu dengan demikian terjadi pembengkakan seperti pada (Gambar 4.3). Menurut Sugiantari et al., (2022) dalam Wagiman et al., (2019) kerusakan berupa degenerasi melembak terjadi akibat akumulasi lemak yang berlebih di sitoplasma, yang membentuk vakuola-vakuola lemak pada sel. Degenerasi melembak terjadi diakibatkan karena proses masuknya lemak yang berlebihan pada organ ginjal sehingga mengakibatkan perlemakan yang berlebih yang dapat merusak struktur dari ginjal, membuat vakuola-vakuola pada sel membesar, dan keadaan sel satu sama lain merenggang.

Kerusakan seperti nekrosis berdasarkan (Gambar 4.3) kerusakan ginjal fase ini ditandai dengan hilangnya inti sel sehingga mengakibatkan kematian sel. Hal ini terjadi selama tiga tahap kerusakan yaitu piknotik, karioereksis, dan kariolisis. Ketiga fase ini terdapat di setiap stasiun yang diamati, yang diakibatkan karena masuk logam berat ke dalam tubuh ikan sehingga terjadinya kematian sel. Sekelompok kematian sel dapat dikenali dengan adanya enzim-enzim lisis yang melarutkan berbagai unsur sel serta timbulnya peradangan. Nekrosis biasanya disebabkan karena adanya stimulus yang bersifat patologis. Selain karena stimulus patologis, kematian sel juga dapat terjadi melalui kematian sel yang sudah terprogram dimana setelah mencapai masa hidup tertentu maka sel akan mati. Mekanisme ini disebut apoptosis, sel akan menghancurkan dirinya sendiri (bunuh diri/suicide) (Indriana et al., 2020).

Pengecilan glomerulus diakibatkan karena masuknya logam berat sehingga proses kinerja ginjal terganggu. Penyusutan ini

dinamakan dengan atrofi glomerulus dengan ditandai dengan terdapatnya jarak pada kapsula bowman. Hal ini berpengaruh terhadap fungsi nefron ginjal yang bisa mengalami gagal ginjal. Kerusakan nefron ginjal sebanyak 70% dapat menurunkan fungsi nefron pada ginjal untuk memfiltrasi darah. Kerusakan organ ginjal menyebabkan volume cairan pada tubuh ikan terganggu (Soemirat, 2003).

Hilangnya fungsi ginjal secara kronis membentuk jaringan parut yang progresif pada ginjal. Hal ini sebagai bentuk dari adanya reaksi radang yang diakibatkan karena masuknya zat toksik melalui darah sehingga merusak glomerulus hingga mengakibatkan terganggunya glomerulus dalam filtrasi darah kemudian rusaknya tubula mengakibatkan terganggunya proses reabsorpsi dari pada filtrat (Mandia et al., 2013).



Gambar 4. Histologi insang ikan baung ST1 (Stasiun 1), ST2 (Stasiun 2), ST3 (Stasiun3), pewarnaan H&E (1000x).

Simpulan dan Saran

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kadar logam timbal (Pb) pada setiap stasiun menunjukkan nilai dibawah ambang batas baku mutu <0,03. Pada logam besi (Fe) di air stasiun I sebesar 2,67 mg/L, stasiun II sebesar 3,67 mg/L, dan stasiun III sebesar 4,07 mg/L yang melebihi ambang batas baku mutu sesuai dengan PP RI No.22 Tahun 2021 yaitu sebesar 0,3mg/L. Kadar logam Fe pada daging ikan di stasiun I sebesar 29,49 mg/kg, stasiun II sebesar 32,10 mg/kg, dan stasiun III sebesar 45,73 mg/kg, sudah melewati baku mutu *Joint Expert Committee On Food Additives* (JECFA) Tahun 2020 yaitu 0,8 mg/kg. Kerusakan histologi insang ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) di sungai Asahan Kota Tanjungbalai menunjukkan kerusakan pada setiap stasiun yaitu hiperplasia, fusi lamella, dan nekrosis dengan kerusakan paling tinggi pada stasiun III. Ditemukan kerusakan pada histologi ginjal ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) di setiap stasiun seperti hemoragi, degenerasi hidropik dan

nekrosis dengan kerusakan paling tinggi pada stasiun II.

Daftar Pustaka

- Aswika, Y. (2020). *Warga Pasang Spanduk Protes Pembuangan Limbah PT Halindo Ke Sungai*. Sumut Antara News
- Berau, B. Pusat S. K. (2020). *Kecamatan Teluk Bayur Dalam Angka 2020*.
- Diana, Rinidar, & TR, T. A. (2017). *Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Insang Ikan Cendro (Tylosurus crocodilus) Di Pesisir Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar Heavy*. 01(3), 258–264.
- Hamdan, M., & Purwanto, E. (2022). *Kandungan Logam Berat Cd Dan Cr Pada Organ Ikan Baung Dari Danau Lubuk Siam, Riau*. 3(2), 3–8.
- Hee Ng, H., & Kottelat, M. (2013). Revision of the Asian Catfish Genus *Hemibagrus* Bleeker, 1862 (Teleostei: Siluriformes: Bagridae) the Raffles Bulletin of Zoology 2013 61(1): 205–291. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 61(1), 205–291.
- Idzni, S., Wulandari, D., & Junardi, J. (2020). Kerusakan Histologi Insang Ikan Sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) setelah Paparan Merkuri (HgCl₂). *Majalah Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 37(3), 156–162.
- Indriana, E. F., Risandiansyah, R., & Aini, N. (2020). Efek Paparan Kronik Cadmium Chloride (CdCl₂) Dosis Rendah Terhadap Tubulus Hiperplasia Lamela Sekunder Insang dan Nekrosis Sel Tubulus Proksimal Ginjal Ikan Zebra Dewasa (*Danio rerio*). *Jurnal Kedokteran Komunitas*, 1–10.
- Jamin, & Erlangga. (2021). The Effects Of Organophosphate Insecticide On Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Bleeker): Histology Analysis Of Liver And Gills. *Acta Aquatica*, 8(8), 98–102.
- Janardani, N. M. K., Berata, I. K., & Kardenia, I. M. (2018). Studi Histopatologi dan Kadar Timbal pada Ginjal Sapi Bali di Tempat Pembuangan Akhir Suwung Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*, 7(1), 42.
- Kiswandono, A. A., Prasetyo, S. I., & Rahmawati, A. (2022). *Analisis Logam Berat Cd , Fe Dan Pb Pada Air Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Secara Spektrofotometer*. 7(01), 68–79.
- Mandia, S., Marusin, N., & Santoso, P. (2013). Analisis Histologis Ginjal Ikan Asang (*Osteochilus hasseltii*) di Danau Maninjau dan Singkarak, Sumatera Barat Histological Analysis of Kidney of Silver Sharkminnow (*Osteochilus hasseltii*) from Maninjau and Singkarak Lakes, West Sumatra. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*, 2(3), 2303–2162.
- Manggara, A. B., & Prasongko, E. T. (2015). Analisis Timbal (Pb) Pada Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp*) Di Keramba Apung Sungai Brantas Semampir Kediri. *Jurnal Wiyata*, 2, 141–145.
- Nofianingrum, et al., (2022). Struktur Ginjal Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.) Akibat Terpapar Konsentrasi Sublethal Merkuri(Hg). *Repository Universitas Riau. tanggal 30 Mei 2008*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nuraeni, A., Samosir, A., & Sulistiono, S. (2022). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Hati Ikan Patin (*Pangasius djambal*) Di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 113–123.
- Parulian, A. (2009). Monitoring dan Analisis Kadar Alu- minium (Al) dan Besi (Fe) Pada Pengolahan Air Mi- num PDAM Tirtanadi Sunggal. In *Medan : Pascasarjana – Universitas Sumatera Utara (USU)*.
- Rochyatun, E., Kaisupy, M. T., & Rozak, A. (2010). Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cisadane. *MAKARA of Science Series*, 10(1).
- Sukarni, S., & Sukmono, T. (2019). Kajian Penggunaan Ciprofloxacin Terhadap Histologi Insang Dan Hati Ikan Botia (*Botia macracanthus*, Bleeker) Yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Biospecies*, 12(1), 55–67.
- Sagala, S. L., Bramawanto, R., RTD Kuswardani, A., Widodo Pranowo, dan S., Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir, P., & Penelitian dan Pengembangan

- Kelautan dan Perikanan, B. (2014). Distribusi Logam Berat Di Perairan Natuna Distribution of Heavy Metals in Natuna Coastal Waters. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(2), 297–310.
- Simanullang, R. H., Ilyas, S., Hutahaean, S., & Rosidah. (2021). Effect Of Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* dc.) Methanol Extract On Rat's Kidney And Liver Histology Induced By Benzopyrene. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 24(2), 274–281.
- Soemirat, J. (2003). *Toksikologi Lingkungan*. Gaja Mada University Press.
- Sugiantari, I. A. P., Sukmaningsih, A. A. S. A. K., & Wijana, I. M. S. (2022). Kajian Struktur Histologi Hati, Insang dan Lambung Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di The Study of The Structure Histology of Liver, Gills and Stomach of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Batur Lake, Bangli. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 2(2), 51–59.
- Syarifah, A., & Supriyanto. (2022). *Efek Timbal (Pb) pada Enzim Scavenger*. Penerbit Rena Cipta Mandiri.
- Triadayani, A., Aryawaty, R., & Diansyah, G. (2010). Pengaruh logam timbal (pb) terhadap jaringan hati ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Maspari Journal*, 1(1), 42–47.
- Wagiman, Yusfiati, & Elvyra, R. (2019). *Struktur Ginjal Ikan Selais (OmpokhypopthalmusBleeker, 1846) Di Perairan Sungai Siak Kota Pekanbaru*. 1, 1–9.
- Widayati, E. (2004). *Oxidasi Biologi, Radikal Bebas, dan Antioxidant Eni*. 1, 1–14.
- Yusuf, Y. (2011). Analysis of Lead (Pb) Levels in Crossed Carp Cultivated in Floating Cages Cirata Reservoir West Java. *Scientific Research and Applied Chemistry*, 1(2), 13.
- Zevri, A., & Isma, F. (2021). Studi Keseimbangan Air (Water Balanced) Daerah Aliran Sungai Asahan. *Teras Jurnal*, 11(1), 1.