



Analysis of The Level Of Water Pollution in Lake Tambau Nagari Kampung Batu Dalam Danau Kembar District Solok Regency Through a Histopathological Study of Fish Kidneys

Analisis Tingkat Pencemaran Air Danau Tambau Nagari Kampung Batu Dalam Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok Melalui Kajian Histopatologi Ginjal Ikan

Keiko Kasy Billah¹, Yusni Atifah^{1*}

¹Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: yusniatifah@fmipa.unp.ac.id

Abstract

Water pollution is an indicator of deviations that occur in the properties of water from normal conditions. Lake Tambau, which is located in Jorong Air Tawa Utara, Nagari Kampung Batu Dalam, Danau Kembar District, Solok Regency, is one of the sources of fisheries used by the community to cultivate fish. The decline in water quality in Lake Tambau can be seen through physical observations such as the lack of water clarity, which indicates pollution in the lake water. Changes in environmental conditions that occur in Lake Tambau will be closely related to changes in the structure of kidney function in fish. Therefore research on kidney histopathology in fish is important to do in order to analyze changes in the histological structure of fish kidneys and analyze the level of water pollution that occurs in Lake Tambau. From the results of histopathological analysis of fish kidneys that have been obtained in Lake Tambau, it was found that there was hypertrophy, congestion, and necrosis. The results of a simple water analysis show that Lake Tambau water has a cloudy color, the temperature is above the normal threshold, has a pH of 9, there is sediment, and the color changes to dark when mixed with tea water which can be concluded that Lake Tambau water is heavily polluted.

Keywords *water pollution, histopathology of fish kidneys*

Abstrak

Pencemaran air menjadi salah satu indikator penyimpangan yang terjadi pada sifat-sifat air dari keadaan normal. Danau Tambau yang berada di Jorong Air Tawa Utara, Nagari Kampung Batu Dalam, Kecamatan Danau Kembar, Kabupaten Solok menjadi sumber perikanan yang digunakan oleh masyarakat untuk membudidayakan ikan. Penurunan kualitas air di Danau Tambau terlihat melalui pengamatan secara fisik seperti tingkat kejernihan air yang kurang sehingga mengindikasikan terjadi pencemaran pada air danau tersebut. Perubahan kondisi lingkungan yang terjadi di Danau Tambau akan terkait erat dengan perubahan struktur fungsi ginjal pada ikan. Oleh karena itu penelitian mengenai histopatologi ginjal pada ikan menjadi penting untuk dilakukan dalam rangka menganalisis perubahan struktur histologi ginjal ikan dan menganalisis tingkat pencemaran air yang terjadi di Danau Tambau. Dari hasil analisis histopatologi ginjal ikan yang telah didapatkan di Danau Tambau ditemukan adanya Hipertrofi, Kongesti, dan Nekrosis. Hasil analisis air secara sederhana didapatkan air danau tambau memiliki warna yang keruh, suhu di atas ambang normal, memiliki pH 9, adanya endapan, dan perubahan warna menjadi gelap saat dicampurkan dengan air teh yang dapat disimpulkan air Danau Tambau sudah tercemar pada tingkat berat.

Kata kunci *Pencemaran air, Histopatologi ginjal ikan*

Pendahuluan

Pencemaran air merupakan indikator penyimpangan yang pada sifat-sifat air dari keadaan normal. Permasalahan pencemaran air terjadi akibat adanya limbah industri, rumah tangga, pertanian serta faktor lain yang mengkontaminasi sehingga menyebabkan kualitas air menjadi menurun. Kualitas air merupakan suatu gambaran kondisi air, termasuk: karakteristik kimia, fisik dan biologi, biasanya berkenaan dengan kesesuaiannya untuk tujuan tertentu (yaitu, minum, berenang atau memancing). Kualitas air juga terpengaruh oleh zat seperti pestisida atau pupuk yang dapat berdampak negatif bila hadir dalam konsentrasi tertentu (Diersing et al., 2009). Yusni, et al (2020) mengemukakan Air yang tercemar oleh residu pestisida ketika telah mencapai konsentrasi tertentu akan sangat mempengaruhi lingkungan dan organisme air yang hidup di dalamnya. Perairan yang dicemari oleh endosulfan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem perairan karena sifat toksisitasnya yang sangat tinggi. Pencemaran tersebut dapat menyebabkan toksisitas akut dan toksisitas subletal terhadap biota air (Razak, 2017). Irma (2022) menyatakan Pencemaran air juga dapat disebabkan oleh limbah detergen. Detergen pada umumnya mengandung bahan aktif LAS (Linear Alkylbenzene Sulfonate). Perairan yang mengandung LAS dapat menimbulkan dampak pada biota yang hidup di dalamnya salah satunya ikan.

Danau Tambau yang berada di Jorong Air Tawa Utara, Nagari Kampung Batu Dalam, Kecamatan Danau Kembar, Kabupaten Solok merupakan salah satu sumber perikanan yang digunakan oleh masyarakat untuk membudidayakan ikan. Ikan di Danau Tambau dibudidayakan oleh masyarakat sebagai ikan konsumsi yang bernilai ekonomis. Penurunan kualitas air di Danau Tambau terlihat melalui pengamatan secara fisik seperti tingkat kejernihan air yang kurang sehingga mengindikasikan terjadi pencemaran pada air danau tersebut. Penurunan kualitas air disebabkan limbah rumah tangga serta kegiatan pertanian yang kurang bijak oleh masyarakat sekitar Danau Tambau. Menurut Yusni, et al (2023) Sumber pencemaran pada danau tambau diduga dari aktivitas masyarakat berupa pembuangan limbah rumah tangga ke dalam danau dengan ditemukannya pipa pembuangan yang mengalir dari rumah pemukiman warga ke dalam danau tambau. Bahan buangan zat kimia merupakan salah satu penyebab perairan memiliki bau yang menyengat. Cemar zat kimia ini bisa bersumber dari buangan sabun (sampo, bahan pembersih dan deterjen) dan juga residu bahan pembasmi hama (insektisida). Sampah dan penggunaan bahan kimia dalam kegiatan pertanian menjadi faktor utama yang menyebabkan pencemaran air danau.

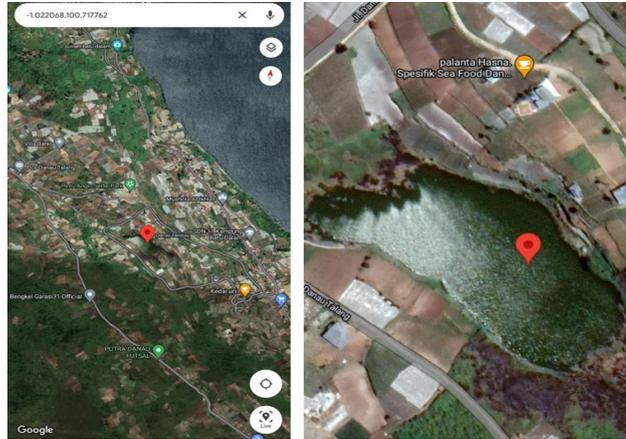
Ikan menjadi salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran pada perairan dimana jika didalam tubuh ikan mengandung bahan pencemar pada kadar yang tinggi dan melebihi batas normal, terindikasi telah terjadinya pencemaran air pada lingkungan tersebut. Ikan yang hidup dalam lingkungan perairan yang tercemar seperti pestisida akan menyerap bahan aktif pestisida tersebut dan tersimpan dalam tubuh, karena ikan merupakan akumulator yang baik bagi berbagai jenis pestisida terutama yang bersifat lipofilik (mudah terikat dalam jaringan lemak) (Yusni, et al., 2019). Yudo (2006) mengemukakan, bahan pencemar yang masuk kedalam tubuh ikan tidak dapat dikeluarkan kembali dikarenakan bahan pencemar tersebut cenderung menumpuk didalam tubuh ikan. Ikan yang telah tercemar bahan pencemar seperti bahan berbahaya dalam jangka waktu yang lama akan mengalami perubahan struktur maupun fungsinya dan juga akan mengalami perubahan kondisi histologi (Hardi, 2013).

Organ yang rentan pada pencemaran air yaitu ginjal. Organ ginjal pada ikan rentan mengalami kerusakan dikarenakan fungsi ginjal sebagai alat untuk filtrasi dan ekskresi bahan yang tidak dibutuhkan dalam tubuh, sehingga jika ginjal tidak dapat berfungsi dengan baik akan mengganggu metabolisme tubuh pada ikan. Thophon et al., (2003) mengemukakan bahwa ginjal ikan merupakan salah satu organ yang pertama kali terpapar air tercemar. Perubahan yang ditemukan pada ginjal ikan pada perairan tercemar, seperti degenerasi tubulus berupa hipertropi, lisis dan nekrosis, serta perubahan korpuskel ginjal yaitu hipertropi glomerulus dan berkurangnya lumen filtrat (Takashima & Hibiya, 1995). Perubahan struktur pada ginjal ikan meliputi edema, Melano Makrofag Center (MMC), hiperplasia, kongesti, degenerasi, nekrosis, dan atrofi.

Penelitian Mandia et al., (2013) menemukan bahwa perubahan pada histopatologi merupakan indikator untuk menentukan kualitas air. Ditegaskan bahwa histopatologi dapat digunakan sebagai bahan evaluasi kerusakan organ organisme yang hidup diperairan yang disebabkan oleh pencemaran awal badan air.

Bahan Dan Metode

Lokasi Penelitian



Gambar 1: Danau Tambau, Nagari Kampung Batu Dalam, Kecamatan Danau Kembar, Kabupaten Solok.

Bahan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2022 sampai dengan Desember 2022 di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Pengambilan sampel ikan dan sampel air di Danau Tambau, Nagari Kampung Batu Dalam, Kecamatan Danau Kembar, Kabupaten Solok. Peralatan yang digunakan untuk analisis histopatologi ginjal ikan yaitu alat bedah, pisau, mikroskop, penggaris, hotplate, kamera digital, botol sampel, pipet, kertas label, tisu, seperangkat alat untuk pewarnaan HE, objek glass, oven, cover glass, mikrotom. Peralatan yang digunakan untuk analisis air secara sederhana terdiri dari kertas label, kertas pH indikator, termometer, botol air minum, botol kaca. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ginjal ikan, formalin 10%, alkohol seri (70%, 80%, 90%, 96%), xylol, parafin, gliserin, albumin, entelan, aquades, air mengalir, air danau tambau

Metode

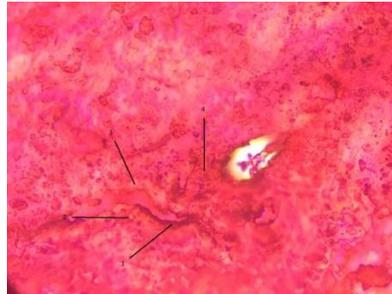
Jenis penelitian ini adalah analisis deskriptif. Metode penelitian adalah metode survei, dimana Danau Tambau dijadikan sebagai lokasi penelitian dan ikan yang ada di Danau Tambau dijadikan sebagai objek penelitian. Penentuan sampel ikan dan air menggunakan metode purposeful random sampling. Pengambilan sampel ikan dilakukan di danau dengan menggunakan alat pancing dan ikan ditangkap langsung di lokasi sehingga setiap ikan yang berhasil diolah berpeluang menjadi sampel untuk digunakan dalam persiapan. Ikan yang diperoleh dari hasil tangkapan, selanjutnya dibedah kemudian diambil ginjalnya dan dimasukkan ke dalam formalin 10% dan dibawa ke laboratorium untuk dibuat preparat. Setelah preparat ginjal ikan telah dibuat dilanjutkan dengan mengamati preparat dibawah mikroskop. Kemudian difoto bagian yang tampak mengalami kerusakan dan dibandingkan satu sama lain. Data yang diambil secara makroskopis dan mikroskopis dianalisis secara deskriptif. analisis data dilakukan dengan mendeskripsikan hasil analisis histopatologi ginjal ikan melalui kerusakan ginjal pada ikan dari tingkat ringan hingga berat yang mengacu pada metode Tandjung (1982) dengan kriteria berikut :

- a) Tidak ada pencemaran. ditandai dengan terdapatnya edema dan melano makrofag center (MMC) pada ginjal ikan
- b) Indikator awal adanya pencemaran ditandai dengan terdapatnya hipertrofi dan lisis pada ginjal ikan.
- c) Pencemaran air pada tingkat sedang ditandai dengan terdapatnya kongesti pada ginjal ikan
- d) Pencemaran air pada tingkat berat, ditandai dengan terdapatnya nekrosis pada ginjal ikan (Tandjung, 1982)

Setelah dilakukan analisis histopatologi ginjal ikan dilakukan analisis air secara sederhana melalui uji fisika, uji biologi dan uji kimia.

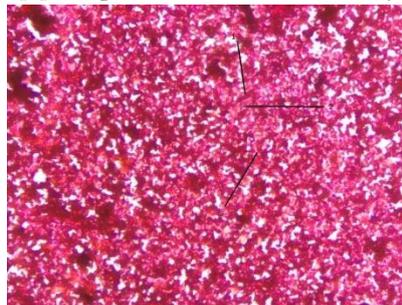
Hasil Dan Pembahasan

Hasil Pengamatan histopatologi ginjal ikan didapatkan pada umumnya ditemukan adanya Hipertrofi, Kongesti, dan Nekrosis. Data kerusakan ginjal ikan diperoleh dengan mengamati secara langsung struktur jaringan ginjal ikan menggunakan mikroskop perbesaran 400X. Informasi lebih rinci mengenai luas kerusakan histologi ginjal ikan dapat dilihat pada gambar pengamatan berikut ini:



Gambar 1: Pengamatan Ginjal ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada lokasi Danau Tambau. Pewarnaan HE (Perbesaran 40x10; Bar = 10 μ m) 1. Kongesti; 2. Nekrosis; 3. Hipertrofi; 4. Nekrosis

Hasil pengamatan melalui mikroskop pada gambar 1, ditemukan adanya kongesti, nekrosis, dan hipertrofi.



Gambar 2: Pengamatan Ginjal ikan Tawes (*Barbonymus gornionotus*) pada lokasi Danau Tambau. Pewarnaan HE (Perbesaran 40x10; Bar = 10 μ m) 1. Kongesti; 2. Nekrosis; 3. Hipertrofi;

Pada hasil pengamatan Gambar 2 terlihat adanya nekrosis, kongesti, dan hipertrofi.



Gambar 3: Pengamatan Ginjal ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) pada lokasi Danau Tambau. Pewarnaan HE (Perbesaran 40x10; Bar = 10 μ m) 1. Nekrosis; 2. Kongesti; 3. Edema; 4. Hipertrofi;

Hasil pengamatan sampel terakhir pada gambar 3 ditemukan nekrosis, kongesti, edema, dan hipertrofi.

Tabel 1 : Uji Fisika Sederhana

Uji Fisika	T awal	T campuran	Warna dan bau
Sampel 1	27,4	26,2	Warna awal: keruh setelah diberikan aquades warna menjadi agak jernih, dan air agak berbau.



Tabel 2 : Uji Kimia Sederhana

Uji Kimia	pH	Warna	Keterangan
Sampel 1	5,5	Hitam	Terdapatnya endapan minyak diatas permukaan air

Tabel 3 : Uji Biologi Sederhana

Uji Biologi	Keterangan
Hari 1	muncul sedikit endapan kotoran warna coklat
Hari 2	Endapan mulai banyak
Hari 3	Endapan semakin banyak di dasar botol
Hari 4	Endapan menumpuk di dasar botol
Hari 5	Endapan menumpuk di dasar botol

Pada hasil pengamatan dapat disimpulkan pada umumnya ditemukan kerusakan ginjal ikan berupa hipertrofi, kongesti dan nekrosis. Kerusakan yang terjadi pada ginjal disebabkan masuknya bahan toksik ke dalam tubuh ikan. Hal ini didukung dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahan toksik yang masuk pertama kali kedalam tubuh ikan melalui insang disaring selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh melewati aliran darah dan berakhir di ginjal. Tingginya kandungan toksik yang ada di ginjal terjadi karena intensitas masuknya toksik ke dalam tubuh ikan secara berkelanjutan sehingga keterbatasan ginjal dalam memproses bahan toksik yang masuk kedalam tubuh. Penurunan kinerja ginjal pada ikan yang disebabkan bahan toksik ini lah yang menyebabkan terjadinya Kongesti dan Nekrosis pada ikan. Zat toksik yang masuk kedalam tubuh ikan yang ada pada Danau Tambau dapat berupa logam berat (Cu, Pb, Hg, Mg, dll), deterjen, limbah rumah tangga, limbah pertanian,dll.

Dampak dari zat toksik mempengaruhi kualitas air, organisme yang berada di perairan, serta menyebabkan kerusakan pada organ ginjal. Semakin tinggi konsentrasi zat toksik yang masuk kedalam tubuh ikan semakin besar juga tingkat kerusakan pada organ ikan. Semakin tinggi tingkat kerusakan organ pada ikan maka semakin tinggi juga tingkat pencemaran air di perairan tersebut. Infiltrasi sel radang ginjal/kongesti adalah suatu reaksi yang mengakibatkan radang pada pembuluh darah. Ketika zat toksik masuk kedalam tubuh ikan terutama ginjal respon utamanya berupa akumulasi cairan dari sistem pembuluh darah dan migrasi komponen-komponen darah lainnya menuju daerah terluka. Pelebaran darah dalam pembuluh darah ini lah yang disebut kongesti.

Kongesti adalah suatu kondisi dimana naiknya volume darah didalam pembuluh darah. Kongesti dapat terjadi dikarenakan adanya gangguan sistem peredaran darah. Hal ini dikarenakan semakin banyak bahan toksik yang masuk kedalam tubuh ikan akan mengganggu mekanisme dari organ yang terdapat didalam ikan sehingga apabila organ pada ikan terpapar toksik dalam jangka waktu lama akan menyebabkan nekrosis pada jaringan organ ikan dan akan mengganggu keseimbangan hidup ikan. Sebagian besar penelitian penelitian terdahulu menyebutkan kongesti disebabkan oleh adanya paparan zat toksik yang masuk kedalam ginjal ikan. Pada penelitian Dwima,dkk (2013) menemukan kongesti pada ikan ragih yang disebabkan terpapar zat toksik berupa merkuri klorida. Selanjutnya pada penelitian Tresnati, et.al (2007) ditemukan kongesti pada ginjal ikan pari kembang akibat paparan zat toksik berupa timbal. Kongesti tingkat tinggi akan menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan mengakibatkan sel menjadi mati atau nekrosis. Nekrosis merupakan kematian sel-sel atau jaringan yang dapat dilihat secara histopatologisnya ditandai dengan tidak terlihatnya inti sel. Sel yang terdapat gejala nekrosis akan mengalami pembengkakan yang disebut hipertrofi.Nekrosis dapat disebabkan oleh adanya agen agen biologis (virus, bakteri, jamur dan parasit), agen-agen kimia seperti paparan bahan toksik logam berat. Menurut Bevelander dan Ramaley (1988) paparan logam berat seperti merkuri, timbal, dan tembaga dalam waktu yang lama dengan konsentrasi tinggi terhadap ikan akan menyebabkan hilangnya fungsi ginjal secara kronis sehingga banyak sel yang mengalami nekrosis.

Setyowati (2010) mengemukakan masuknya zat toksik kedalam tubuh ikan dapat mempengaruhi struktur histologi ginjal ikan seperti ketidakstabilan sel sehingga sel menjadi pecah dan mengalami nekrosis. Pada penelitian terdahulu, kasus nekrosis ditemukan akibat paparan zat toksik, seperti pada penelitian Widyaningrum (2010) mendapatkan nekrosis pada ginjal ikan nila disebabkan paparan merkuri selanjutnya pada penelitian Tresnati, et.al (2007) juga ditemukan adanya nekrosis pada ginjal ikan pari kembang akibat paparan timbal. Dari 7 sampel yang didapatkan di Danau Tambau setelah dilakukan analisis histopatologinya ditemukan pada ketujuh sampel terdapat Hipertrofi, Kongesti, dan Nekrosis. Jika dilihat dari metode tandjung apabila ditemukan Nekrosis pada ginjal ikan maka dapat disimpulkan air tercemar pada tingkat berat. Apabila pada kerusakan ginjal ikan memiliki luas pandangan 70% maka ginjal akan mengalami kehilangan fungsi sebagai organ filtrasi sehingga menyebabkan keseimbangan pada tubuh

ikan akan terganggu. Dari tabel 1 didapatkan dari 7 sampel rata rata untuk kongesti dan hipertrofi memiliki luasan pandangan 30-70% sedangkan pada nekrosis 5 dari 7 sampel memiliki luas pandangan besar dari 70%. yang mana jika dilihat dari yang telah dikemukakan Pantung (2008) kerusakan ginjal termasuk berat. Hal ini jika dikaitkan dengan tingkat pencemaran air di Danau Tambau dapat disimpulkan bahwa air pada Danau Tambau sudah tercemar pada tingkat berat.

Hasil pengamatan yang dilakukan pada histologi ginjal ikan menunjukkan bahwa Danau Tambau tercemar pada tingkat berat, untuk mendukung hasil tersebut maka dilakukan uji analisis air secara sederhana. Dari penelitian uji analisis air secara sederhana, didapatkan pada uji fisika secara sederhana air danau tambau suhu awal yaitu 27,4 derajat celsius dengan warna keruh setelah ditambahkan aquades suhu berubah menjadi 26,2 derajat celsius dan terjadi perubahan warna menjadi agak jernih. Namun air danau tambau memiliki bau yang agak menyengat. Perubahan warna menjadi jernih dan penurunan suhu air setelah diberikan aquades disebabkan karena aquades memiliki fungsi sebagai agen kontrol. Sedangkan pada uji kimia sederhana didapatkan air danau yang telah dicampurkan teh dan dibiarkan terbuka semalaman didapatkan hasil memiliki pH 9 yang menunjukkan air danau memiliki kadar basa dan warna berubah menjadi hitam dan pada permukaan air adanya sedikit endapan minyak. Dan pada uji biologi selama 5 hari didapatkan hasil adanya endapan-endapan kotoran berwarna coklat pada dasar wadah air.

Air normal memiliki suhu normal 25 derajat celsius dengan pH 7, memiliki warna yang jernih dan tidak berbau. Analisis air sederhana menemukan bahwa suhu air di atas ambang batas normal menunjukkan adanya bahan kimia terlarut tingkat tinggi. Selain itu, pH lebih besar dari 7 menunjukkan bahwa air bersifat basa. Alkalinitas air menunjukkan adanya polusi kimia di dalam air. Teh kemudian menjadi gelap juga menunjukkan paparan bahan kimia beracun di dalam air. Ini karena kemampuan air untuk mengekstraksi komponen teh, terutama kafein. Semakin cepat perubahan yang terjadi pada air teh, maka semakin tinggi komposisi kimiawi di dalam air tersebut. Air dengan kandungan logam yang tinggi dapat terlihat ketika air teh berubah warna menjadi hitam, ungu atau biru. Warna air danau yang keruh dan bau menyengat juga disebabkan oleh zat anorganik dan organik yang mungkin ada pada limbah domestik di sekitar danau.

Hasil uji analisis secara sederhana ini menunjukkan bahwa air danau tambau memiliki suhu yang tinggi, warna keruh, bau agak menyengat, memiliki sifat basa, adanya endapan minyak pada permukaan air, warna gelap pada saat dibiarkan semalaman dengan campuran teh dan terdapatnya endapan-endapan biologis. Hal ini memperkuat bahwa air Danau Tambau sudah dikatakan tercemar tingkat berat. Faktor-faktor penyebab tercemarnya Danau Tambau setelah didapatkan hasil penelitian yaitu belum tertanganinya dengan baik pengendalian limbah rumah tangga, adanya pembuangan limbah pertanian tanpa melalui proses pengolahan, ataupun disebabkan karena proses alam.

Ucapan Terima Kasih

Pertama terimakasih kepada Allah SWT yang telah melancarkan urusan saya, terimakasih kepada seluruh teman dan kerabat yang telah membantu saya dan terima kasih juga kepada seluruh dosen dan staf biologi yang telah memberikan kenyamanan fasilitas untuk menyelesaikan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Atifah, Yusni, et al. (2019) "Pencemaran Pestisida Pada Sungai Batang Gadis Mandailing Natal Sumatera Utara." *BIOEDUSCIENCE* 3.2 : 100-105.
- Atifah, Yusni, et al. (2023) "Deteksi Pencemaran Air Danau Talang Dan Danau Tambau Nagari Kampung Batu Dalam Kecamatan Danau Kembar Kabupaten Solok Secara Sederhana." *EKSAKTA: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA* 8.1: 105-111.
- Atifah, Y., Sumarmin, R., & Tussifah, L. (2020). Histological Analysis of Gills and Liver of Tamba Fish (Tor tambra) From Batang Gadis River in Mandailing Natal North Sumatera. In *International Conference on Biology, Sciences and Education (ICoBioSE 2019)* (pp. 10-12). Atlantis Press.
- Bevelander, G dan J. Ramaley. 1988. Dasar-dasar Histologi. Penerbit Erlangga :Jakarta
- Diersing, N., Keys, F., & Marine, N. (2009). Water Quality : Frequently Asked Questions. *Florida Keys National Marine Sanctuary*, 8, 5–6. <http://floridakeys.noaa.gov/scisummaries/wqfaq.pdf>
- Dwima, D., H. Titin, dan Junianto. 2013. Studi Toksisitas merkuri klorida (HgCl₂) terhadap struktur mikroanatomi dan pertumbuhan ikan Tagih (*Mystus nemurus*). *Jurnal perikanan kelautan*. 4(4):2088-3137.



- Hardi. (2013). Analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) pada daging ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) di Sungai Ciliwung. *Skripsi. Institut Pertanian Bogor*.
- Mandia, S., Marusin, N., & Santoso, P. (2013). Analisis histologis ginjal ikan Asang (*Osteochilus hasseltii*) di danau Maninjau dan Singkarak, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi UNAND*, 2(3).
- Maulana, M. A., Nursalzabillah, R. D., Djoemharsjah, I. S., Annisa, R. K., Fitrihidajati, H., Rachmadiarti, F., & Eka, I. L. (2022, May). Uji Toksisitas Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Terhadap Linear Alkybenzene Sulfonate (LAS) Hasil Fitoremediasi Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus palaeifolius*). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 1, No. 2, pp. 589-601).
- Pantung, Nuntiya, Kerstin, G. Helander, Herbert F. H. dan Voravit C. 2008. Histopathological Alterations of Hybrid Walking Catfish (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) in Acute and Subacute Cadmium Exposure. *Environment Asia 1* : 22-27.
- Putri, A. C., Razak, Abdul., Sumarmin, Ramadhan (2017). Pengaruh Insektisida Organoklorin Endosulfan terhadap Daya Tetas Telur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *BioScience*, 1(1), 43-52.
- Setyowati, A., D. Hidayati, P.D.N. Awik, dan N. Abdulgani. 2010. Studi Histopatologi Hati Ikan Belanak (*Mugil cephalus*) di Muara Sungai Aloo Sidoarjo. Skripsi. ITS. Surabaya.
- Tandjung, S.D. 1982. The role of Indonesian traditions, values, and believes in natural resource conservation and environmental management. Paper presented in the International Seminar on Human Ecology, Tourism, and Sustainable Development. Denpasar.
- Takashima, F., & Hibiya, T. (1995). *An atlas of fish histology: normal and pathological features*.
- Thophon, S., Kruatrachue, M., Upatham, E. S., Pokethitayook, P., Sahaphong, S., & Jaritkhuan, S. (2003). Histopathological alterations of white seabass, *Lates calcarifer*, in acute and subchronic cadmium exposure. *Environmental Pollution*, 121(3), 307-320.
- Tresnati, J., iqbal Djawad, M., & Bulqish, S. (2007). Kerusakan Ginjal Ikan Kembang (*Dasyatis kuhli*) Yang Diakibatkan oleh Logam Berat Timbal (Pb). *J Sains & Teknologi*, 3.
- Widyaningrum, T. dan T. Suharyanti. 2010. Pengaruh Merkuri Klorida Terhadap Pertumbuhan dan Histopatologi Ginjal Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*, Linn). jurnal Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi
- Yudo, S. (2006). Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. Jakarta. *Jurnal Makara*, 2(1), 15.