



Biogenerasi Vol 11 No 1, 2025

Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi

Universitas Cokroaminoto Palopo

<https://e-journal.my.id/biogenerasi>

e-ISSN 2579-7085



IKAN GARING (GENUS: *Tor*) SEBAGAI MODEL PENELITIAN HISTOLOGI IKAN AIR TAWAR: LITERATUR REVIEW

Gabriella Jessica Agatha¹, Aulia Devani Putri², Sandi Fransisco Pratama^{3*}

^{1,2,3}Program Studi Biologi, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding author E-mail: sfpratama@fmipa.unp.ac.id

DOI : [10.30605/biogenerasi.v11i1.8091](https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v11i1.8091)

Accepted : 20 Desember 2025 Approved : 1 Februari 2026 Published : 2 Februari 2026

Abstract

Histological analysis is a fundamental approach for understanding tissue structure and biological responses of freshwater fish to environmental and physiological conditions. The selection of an appropriate model organism is crucial to ensure accurate interpretation of histological findings. This literature review aims to evaluate the potential of freshwater fish from the genus *Tor* as a model organism for histological research. Secondary data were obtained from national and international scientific articles published between 2016 and 2024 that discuss histological and histopathological studies of freshwater fish, with a specific focus on genus *Tor*. Literature searches were conducted using Google Scholar, Garuda, and PubMed with relevant keywords. A total of five relevant articles were selected based on predefined inclusion criteria and analyzed descriptively by comparing the organs examined, histological approaches applied, and major findings related to tissue structure. The reviewed studies indicate that histological investigations on *Tor* species have covered various organs, including gills, liver, digestive tract, muscle tissue, and larval structures. The results consistently demonstrate that tissue structures in genus *Tor* are clearly observable and responsive to environmental changes, physiological conditions, and developmental stages. Therefore, genus *Tor* shows strong potential as a model organism for freshwater fish histological studies, particularly in biomonitoring, environmental assessment, and fish health evaluation.

Keywords : Genus *Tor*; freshwater fish; histology; histopathology

PENDAHULUAN

Histologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari struktur jaringan dan sel organisme pada tingkat mikroskopis, yang sangat penting dalam memahami respon biologis ikan terhadap berbagai kondisi lingkungan maupun fisiologis (Sari *et al.*, 2024). Teknik histologi memungkinkan peneliti untuk mengamati perubahan struktural jaringan akibat paparan zat, perubahan kualitas air, atau kondisi biologis lainnya, sehingga menjadi alat yang fundamental dalam biologi perikanan, ekotoksikologi dan biomonitoring perairan tawar (Hertika & Putra, 2019). Analisis histologis sering diterapkan pada organ organ seperti insang, hati, ginjal, gonad dan sistem pencernaan ikan untuk menilai integritas jaringan serta respon terhadap stres lingkungan atau polutan air (Santoso & Hidayaturrahmah, 2021). Studi berbasis histologi ini dapat menunjukkan berbagai perubahan seperti hiperplasia, edema, nekrosis, atau degenerasi sel yang mencerminkan kondisi kesehatan ikan di lingkungan aslinya (Veteriner, 2020).

Pendekatan histologi telah digunakan dalam berbagai penelitian ikan air tawar untuk menggambarkan struktur jaringan normal maupun yang mengalami perubahan akibat faktor lingkungan atau paparan zat kimia (Prasetyo *et al.*, 2023). Sebagai contoh, penelitian tentang histopatologi insang pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan adanya perubahan struktur lamela insang seperti hipertrofi dan fusi lamella akibat pencemaran perairan, yang menjadi indikator dampak negatif kualitas air terhadap kesehatan ikan (Rahayu *et al.*, 2013). Selain itu, analisis histologis hati ikan juga sering digunakan sebagai parameter kesehatan akibat aktivitas manusia berpotensi menimbulkan perubahan fisiologis dan struktural pada jaringan ikan, yang sering kali tidak terdeteksi secara eksternal (Fidela *et al.*, 2024). Hingga saat ini, belum banyak tersedia artikel tinjauan yang secara komprehensif merangkum dan mensintesis hasil-hasil penelitian tersebut untuk menempatkan genus *Tor* sebagai model penelitian histologi ikan air

METODE

internal organisme, di mana perubahan seperti hipertrofi dan nekrosis menunjukkan respon terhadap stres lingkungan (Lubis *et al.*, 2014).

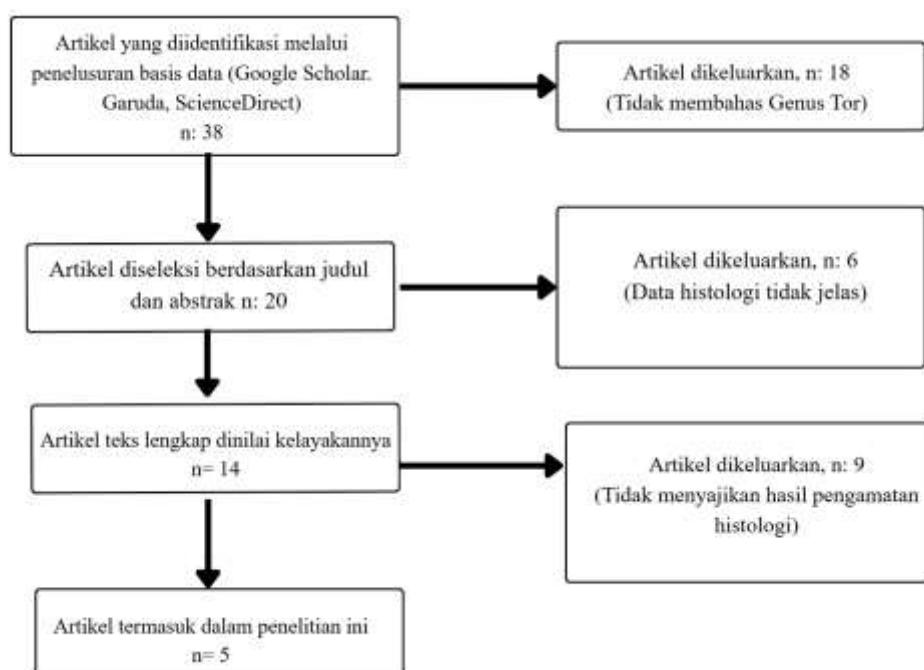
Dalam penelitian ikan air tawar, pemilihan organisme model sangat menentukan kualitas interpretasi hasil histologis, serta kemudahannya untuk kajian lanjutan (Eko, 2020). Keanekaragaman ikan air tawar di perairan sungai Indonesia umumnya didominasi oleh famili Cyprinidae, yang mencerminkan kemampuan adaptasi tinggi terhadap variasi kondisi lingkungan perairan. Penelitian di Sungai Batang Gadis, Mandailing Natal, menunjukkan bahwa Cyprinidae merupakan famili dengan jumlah spesies terbanyak, termasuk di dalamnya ikan dari genus *Tor* (*Tor tambra*), yang ditemukan tersebar dari hulu hingga hilir sungai (Atifah & Lubis, 2017). Keberadaan genus *Tor* pada berbagai kondisi habitat perairan tersebut menunjukkan potensi adaptasi fisiologis dan struktural yang baik, sehingga relevan untuk dikaji lebih lanjut melalui pendekatan histologi sebagai representasi respon jaringan terhadap lingkungan perairan. Ikan-ikan dari genus *Tor* banyak ditemukan di sungai-sungai tropis Asia Tenggara dan memiliki nilai ekologis serta konservasi yang tinggi (Tamsil *et al.*, 2021). Penelitian histologis yang dilakukan pada *Tor tambra* misalnya telah menunjukkan berbagai perubahan struktural pada insang dan hati ikan dari sungai alami, yang mencerminkan respons jaringan terhadap kondisi habitatnya (Atifah *et al.*, 2020). Selain tingkat keanekaragaman, keberadaan ikan air tawar di suatu perairan juga sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan dan aktivitas antropogenik di sepanjang daerah aliran sungai. Penurunan kualitas perairan

tawar secara menyeluruh. Oleh karena itu, artikel review ini bertujuan untuk mengkaji dan mensintesis berbagai hasil penelitian terkait histologi ikan genus *Tor*, sehingga dapat memberikan gambaran ilmiah mengenai potensi, keunggulan, serta relevansinya sebagai model penelitian histologi dalam kajian biologi perairan, biomonitoring, dan kesehatan ikan.

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan metode kajian pustaka (*literature review*) yang bertujuan

untuk mengkaji potensi genus *Tor* sebagai model penelitian histologi ikan air tawar. Data penelitian berupa data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah nasional dan internasional melalui basis data daring Google Scholar, Garuda, dan PubMed dengan kata kunci *Tor histology*, *histologi ikan air tawar*, dan *fish histopathology*. Artikel dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu membahas histologi atau

histopatologi ikan air tawar khususnya genus *Tor*, diterbitkan dalam jurnal ilmiah, dan tersedia dalam teks lengkap (*full text*). Sebanyak 5 artikel yang memenuhi kriteria dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan organ yang dikaji, pendekatan histologi, dan temuan struktur jaringan. Proses penelusuran dan seleksi artikel disajikan dalam bentuk diagram alir.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA

HASIL

Berdasarkan hasil kajian pustaka, diperoleh sejumlah penelitian ilmiah yang membahas struktur histologi pada ikan genus *Tor* sebagai objek kajian. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa pendekatan histologi telah digunakan untuk mengamati berbagai organ dan jaringan pada ikan *Tor*, baik dalam konteks deskriptif struktur jaringan maupun sebagai respon terhadap kondisi fisiologis dan

lingkungan. Variasi temuan histologis dilaporkan dalam berbagai penelitian dipengaruhi oleh perbedaan spesies *Tor*, organ yang dikaji, serta metode histologi yang digunakan. Untuk memudahkan pemahaman dan perbandingan hasil kajian, ringkasan penelitian histologi pada ikan genus *Tor* sebagai model penelitian histologi ikan air tawar disajikan dalam bentuk tabel pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan penelitian histologi pada ikan genus *Tor*

No.	Sumber	Spesies	Organ	Metode Histologi	Temuan Utama	Relevansi sebagai Model Histologi
1.	Atifah <i>et al.</i> , 2020	<i>Tor tambra</i>	Insang & hati	Preparasi parafin, HE	Ditemukan MMC, hiperplasia lamela, edema, dan nekrosis jaringan	Menunjukkan sensitivitas jaringan <i>Tor</i> terhadap kondisi lingkungan

2.	Sharma <i>et al.</i> , 2016	<i>Tor putitora</i>	Saluran pencernaan	Histomorfologi (HE)	Perkembangan epitel, lipatan usus, dan sel goblet seiring ontogeni	Cocok sebagai model histologi perkembangan organ
3.	Ismail <i>et al.</i> , 2019	<i>Tor tambroides</i>	Mulut larva	Morfo- histologi	Diferensiasi epitel, taste buds, dan struktur oral	Model histologi organ permukaan & fase larva
4.	Hossain <i>et al.</i> , 2022	<i>Tor tambroides</i>	Usus & otot	Histomorfologi jaringan	Perubahan vili usus dan serabut otot akibat faktor fisiologis	Model histologi respon internal
5.	Shahi <i>et al.</i> , 2016	<i>Tor putitora</i>	Hati	Histopatologi	Struktur hepatosit dan sinusoid mencerminkan kondisi metabolik	Model histologi kesehatan internal ikan

PEMBAHASAN

Berdasarkan ringkasan kajian literatur yang disajikan pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa penelitian histologi pada ikan genus *Tor* telah mencakup berbagai organ dan jaringan penting, seperti insang, hati, saluran pencernaan, serta jaringan otot. Hal ini menunjukkan bahwa genus *Tor* memiliki potensi yang luas untuk digunakan sebagai model penelitian histologi ikan air tawar, baik dalam kajian struktur jaringan normal, perkembangan organ, maupun respons jaringan terhadap faktor lingkungan dan fisiologis.

Histologi Insang



Gambar 2. Histopatologi insang ikan *Tor tambra* (Atifah *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Atifah *et al.* (2020) pada *Tor tambra* menunjukkan adanya perubahan struktur histologis pada organ insang. Pada organ insang, ditemukannya hiperplasia dan edema lamela menunjukkan adanya respons adaptif jaringan terhadap paparan stres lingkungan. Insang merupakan organ yang secara langsung berinteraksi dengan lingkungan perairan, sehingga perubahan histologis pada organ ini sering digunakan sebagai indikator awal gangguan kualitas air. Kejelasan struktur

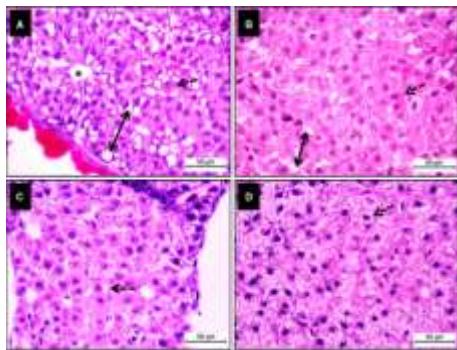
jaringan dan respons histologis yang konsisten pada insang *Tor tambra* memperkuat perannya sebagai model histologi ikan air tawar, khususnya dalam kajian biomonitoring.

Histologi Hati



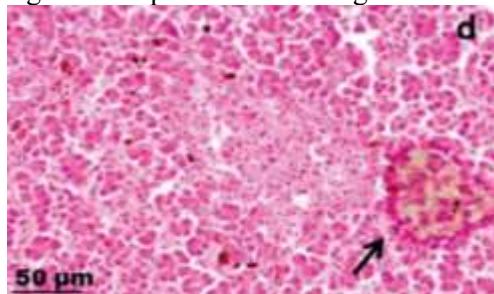
Gambar 3. Histopatologi hati ikan *Tor tambra* (Atifah *et al.*, 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Atifah *et al.* (2020) pada *Tor tambra* menunjukkan adanya perubahan struktur histologis pada organ hati berupa degenerasi sel, hemoragi, dan nekrosis mencerminkan gangguan fungsi metabolismik dan detoksifikasi. Hati dikenal sebagai organ akumulasi senyawa toksik, sehingga kerusakan jaringan hati pada *Tor tambra* menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap tekanan lingkungan. Temuan ini sejalan dengan konsep penggunaan histologi hati sebagai indikator kesehatan internal ikan dalam studi histopatologi.



Gambar 4. Histomorfologi hati ikan *Tor putitora* (Sharma *et al.*, 2016).

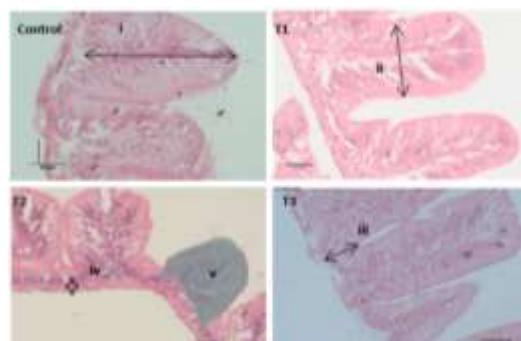
Selain itu, kajian histomorfologi pada *Tor putitora* yang dilakukan oleh Sharma *et al.* (2016) memperlihatkan gambaran histomorfologi hati ikan *Tor putitora* yang disajikan pada gambar menunjukkan struktur jaringan yang berkembang secara bertahap dan terorganisir dengan baik. Pada organ hati, terlihat susunan hepatosit dan sinusoid yang semakin jelas seiring perkembangan ikan. Hati berperan sebagai pusat metabolisme dan detoksifikasi, sehingga kejelasan struktur histologis pada organ ini menjadi indikator penting dalam kajian kesehatan internal ikan. Temuan histologi hati pada *Tor putitora* memperlihatkan karakter jaringan yang konsisten dan representatif untuk digunakan sebagai model penelitian histologi.



Gambar 5. Histopatologi hati ikan *Tor putitora* (Shahi *et al.*, 2016).

Kajian histologi hati pada *Tor putitora* oleh Shahi *et al.* (2016) menunjukkan adanya perubahan struktur jaringan yang jelas, meliputi degenerasi tubulus, nekrosis hepatosit, serta peningkatan agregat melanomakrofag (MMC). Perubahan tersebut merupakan respons jaringan terhadap tekanan lingkungan dan mencerminkan mekanisme adaptasi serta kerentanan organ internal ikan terhadap kondisi perairan yang terdegradasi.

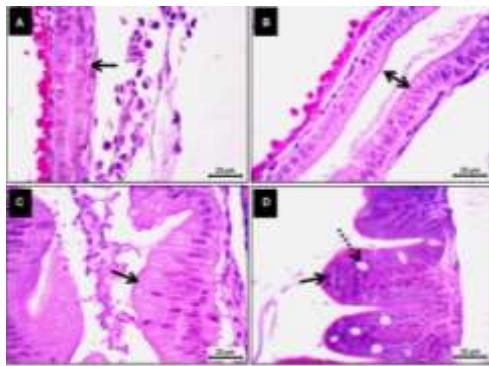
Histologi Usus



Gambar 6. Histologi usus tengah (*midgut*) ikan *Tor tambroides* dengan pewarnaan hematoksilin-eosin (H&E) yang menunjukkan struktur vili usus, epitel mukosa, dan lumen usus (Hossain *et al.*, 2022).

Studi oleh Hossain *et al.* (2022) menunjukkan struktur jaringan pencernaan yang tersusun dengan jelas dan terorganisir, ditandai oleh keberadaan vili usus yang berkembang baik, epitel mukosa yang kontinu, serta lumen usus yang jelas. Struktur vili yang relatif tinggi dan lebar mencerminkan luas permukaan absorpsi yang optimal, sehingga berperan penting dalam efisiensi penyerapan nutrien. Kondisi histologis usus yang tidak menunjukkan kerusakan jaringan, seperti erosi epitel atau degenerasi sel, mengindikasikan bahwa perubahan struktur yang diamati bersifat adaptif dan fisiologis, bukan patologis. Hal ini menunjukkan bahwa jaringan usus pada ikan genus *Tor* responsif terhadap kondisi internal seperti nutrisi dan metabolisme, sekaligus stabil secara struktural.

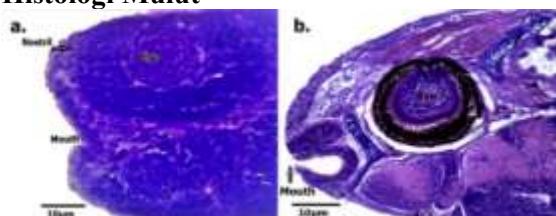
Sebagai organ yang berperan langsung dalam proses pencernaan dan penyerapan, usus merupakan indikator penting kesehatan ikan. Kejelasan struktur histologi usus pada *Tor tambroides* mendukung pemanfaatan genus *Tor* sebagai model penelitian histologi ikan air tawar, khususnya dalam kajian kesehatan saluran pencernaan, respon fisiologis terhadap lingkungan, serta studi biomonitoring perairan. Dengan demikian, histologi usus *Tor* dapat dijadikan acuan representatif dalam penelitian histologi ikan air tawar secara umum.



Gambar 7. Histomorfologi usus ikan *Tor putitora* (Sharma *et al.*, 2016).

Selain itu, kajian histomorfologi pada *Tor putitora* yang dilakukan oleh Sharma *et al.* (2016) memperlihatkan gambaran histomorfologi saluran pencernaan ikan *Tor putitora* yang disajikan pada gambar menunjukkan struktur jaringan yang berkembang secara bertahap dan terorganisir dengan baik. Pada organ usus, terlihat adanya peningkatan kompleksitas pelipatan mukosa yang berfungsi memperluas permukaan absorpsi nutrien, sedangkan keberadaan *supranuclear vesicles* pada bagian usus posterior mencerminkan mekanisme pencernaan intraseluler yang penting pada fase awal perkembangan ikan. Struktur histologis tersebut menunjukkan bahwa jaringan pencernaan *Tor* mudah diamati dan responsif terhadap perubahan fisiologis.

Histologi Mulut



Gambar 8. Morfo-histologi mulut larva ikan *Tor tambroides* (Ismail *et al.*, 2019).

Penelitian lain pada *Tor tambroides* oleh Ismail *et al.*, (2019) yang mengkaji morfo-histologi mulut larva menunjukkan menunjukkan adanya perubahan struktur jaringan yang progresif dan terorganisir dengan baik. Pada fase awal perkembangan, mulut larva masih tertutup dan sistem pencernaan belum berfungsi secara aktif, sehingga larva sepenuhnya bergantung pada cadangan nutrisi endogen. Secara histologis, jaringan rongga mulut dan bukofaring belum terdiferensiasi secara sempurna.

Seiring bertambahnya umur larva, mulut mulai terbuka dan berkembang menjadi mulut

terminal yang fungsional. Perubahan ini disertai dengan diferensiasi epitel rongga mulut serta munculnya struktur sensorik seperti *taste buds*, yang berperan penting dalam deteksi dan seleksi makanan. Kejelasan struktur jaringan serta tahapan perkembangan yang konsisten menunjukkan bahwa jaringan mulut pada genus *Tor* mudah diamati menggunakan metode histologi konvensional.

Perkembangan morfo-histologi mulut yang cepat dan terarah mencerminkan adaptasi fungsional ikan genus *Tor* terhadap kebutuhan nutrisi pada fase awal kehidupan. Hal ini menunjukkan bahwa genus *Tor* tidak hanya relevan sebagai objek kajian histologi deskriptif, tetapi juga sebagai model histologi perkembangan organ ikan air tawar. Dengan demikian, karakteristik histologis mulut larva *Tor* mendukung pemanfaatan genus ini sebagai organisme model dalam penelitian histologi, terutama yang berkaitan dengan ontogeni, fisiologi pencernaan, dan adaptasi ekologis.

Secara keseluruhan, hasil kajian literatur menunjukkan bahwa genus *Tor* memiliki beberapa karakteristik penting sebagai model penelitian histologi ikan air tawar, yaitu struktur jaringan yang jelas, responsif terhadap perubahan lingkungan dan fisiologis, serta dapat diamati pada berbagai organ dan tahapan hidup. Meskipun jumlah penelitian histologi pada *Tor* masih relatif terbatas dibandingkan dengan ikan air tawar lain yang lebih umum digunakan, konsistensi temuan yang ada memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk mengembangkan genus *Tor* sebagai model penelitian histologi, khususnya dalam kajian biomonitoring, ekotoksikologi, dan biologi perairan.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ikan dari genus *Tor* memiliki potensi yang kuat sebagai model penelitian histologi ikan air tawar. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa struktur histologi organ-organ penting pada genus *Tor*, seperti insang, hati, saluran pencernaan, dan jaringan otot, dapat diamati dengan jelas serta menunjukkan respons yang konsisten terhadap perubahan lingkungan, kondisi fisiologis, dan tahapan perkembangan. Sensitivitas jaringan terhadap faktor eksternal maupun internal menjadikan genus *Tor* relevan untuk digunakan dalam kajian histologi deskriptif, biomonitoring

kualitas perairan, serta evaluasi kesehatan ikan. Meskipun jumlah penelitian histologi pada genus *Tor* masih relatif terbatas dibandingkan dengan ikan air tawar lain yang lebih umum digunakan, konsistensi temuan yang dilaporkan memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk mengembangkan genus ini sebagai organisme model dalam penelitian histologi perairan tawar.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat memperluas kajian histologi pada genus *Tor* dengan melibatkan lebih banyak spesies serta variasi organ dan jaringan yang diamati. Selain itu, penelitian eksperimental yang mengkaji respons histologis genus *Tor* terhadap faktor lingkungan tertentu, seperti pencemaran perairan dan perubahan kualitas air, perlu dilakukan untuk memperkuat perannya sebagai bioindikator. Upaya standarisasi metode preparasi, pewarnaan, dan analisis histologi juga penting dilakukan agar hasil antar penelitian dapat dibandingkan secara lebih akurat dan komprehensif. Dengan demikian, pemanfaatan genus *Tor* sebagai model penelitian histologi ikan air tawar diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan dalam bidang biologi perairan, ekotoksikologi, dan konservasi sumber daya perikanan.

DAFTAR RUJUKAN

- Atifah, Y. (2017). Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai Batang Gadis Mandailing Natal Sumatera Utara. *Scripta Biologica*.
- Atifah, Y., Sumarmin, R., & Tussifah, L. (2020). Histological Analysis of Gills and Liver of Tambra Fish (*Tor tambra*) From Batang Gadis River in Mandailing Natal North Sumatera. 10(ICoBioSE 2019), 10–12. <https://doi.org/10.2991/absr.k.200807.003>
- Eko, K. P. (2020). *Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat Kromium (Cr) Dan Cadmium (Cd) Pada Hati Dan Insang Ikan Sebagai Biomarker Di Sunga Way Belau Bandar Lampung*. Uin Raden Intan Lampung.
- Fidela, W., Febriani, A., Hamdani, A., Ramalia, A., Putri, D. D., Hasibuan, F. F., ... & Atifah, Y. (2024, November). Pengaruh Suhu Air Terhadap Bukaan Operkulum dan Metabolisme pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 4, No. 1, pp. 757-766).
- Hertika, A. M. S., & Putra, R. B. D. S. (2019). *Ekotoksikologi untuk Lingkungan Perairan*. Universitas Brawijaya Press.
- Hossain, M. K., Kamarudin, M. S., Ramezani-Fard, E., Saad, C. R., & Daud, S. K. (2022). Growth performance, fatty acid profile, gut and muscle histomorphology of Malaysian mahseer (*Tor tambroides*) post larvae. *Aquaculture Reports*, 22, 100958.
- Ismail, M. A., Kamarudin, M. S., Saad, C. R., & Ramezani-Fard, E. (2019). Changes in the mouth morpho-histology of hybrid Malaysian mahseer (*Tor tambroides*) during larval development. *Aquaculture Reports*, 15, 100217.
- Lubis, U. F., Marusin, N., & Zakaria, J. (2014). *Analisis Histologis Hati Ikan Asang (Osteochilus hasseltii C. V.) di Danau Maninjau dan Danau Singkarak, Sumatera Barat* Histological Analysis of Liver of Hard-lipped barb (*Osteochilus hasseltii C. V.*) from Maninjau and Singkarak Lakes , West Sumatra. 3(2), 162–167.
- Prasetyo, Y. E., Abida, I. W., Laksani, M. R. T., & Putri, R. R. (2023). Histopatologi Jaringan Insang Ikan Betok (*Anabas testudineus* Bloch, 1792) Akibat Paparan Logam Berat Kromium (Cr) DI Sungai Desa Geluran Kabupaten Sidoarjo. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 3(4), 134–142. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i4.17615>
- Rahayu, S. D., Zulfatin, Z. L., & Nuriliani, A. (2013). Efek histopatologis insektisida λ -Cyhalothrin terhadap insang, hati, dan usus halus Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L., 1758). *Biosfera*, 30(2), 52–65.
- Santoso, H. B., & Hidayaturrahmah, B. S. S. (2021). Aplikasi Biomarker Histopatologi Hati dan Ginjal Ikan Timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) Sebagai Peringatan Dini Toksisitas Logam Berat Timbal (Pb) di Muara Sungai Barito. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(3).
- Sari, N. I. P., Oktavia, S., Ceriana, R., Prasetya, Y. A., Hamidatul'Aliyah, S., Septiana, W. L., Noviantari, A., Sugianto, M., Lienggonggoro, L. A., &

- Nikmah, U. A. (2024). *HISTOLOGI*.
- Sharma, P., Akhtar, M. S., Singh, A. K., Das, P., & Sarma, D. (2016). Histomorphological changes in digestive tract of golden mahseer (*Tor putitora*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 42(6), 1681–1698.
- Shahi, N., Sarma, D., Pandey, J., Das, P., Sarma, D., & Mallik, S. K. (2016). Impact of acid mine drainage on haematological, histopathological and genotoxic effects in golden mahaseer, *Tor putitora*. *Journal of Environmental Biology*, 37(4), 509.
- Tamsil, A., Yasin, H., & IBRAHIM, T. A. L. I. (2021). *Biologi Perikanan*. Penerbit Andi.
- Veteriner, B. (2020). Indikator Histopatologi Pencemaran Air Pada Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L) Histopathological Indicators of Water Pollution in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L) Gills. 6(2), 72–78.