
**HISTOPATOLOGI ORGAN INSANG DAN HATI BENIH IKAN MAS (*CYPRINUS CARPIO*)
HASIL PEMBENIHAN PEMBUDIDAYA DI BATUPLAT, KOTA KUPANG, NUSA
Tenggara Timur**

**Shobikhuliatul Jannah Juanda¹, Ion Tarsardo Sianturi², Yusuf Kamlasi³, Muhammad Fajar⁴
Panuntun, Hikmah Anggoro Oktovianto⁵**

^{1,2,3,4,5}Politeknik Pertanian Negeri Kupang
e-mail: shelbyshelby1017@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu syarat dalam memilih benih yang unggul dalam usaha budidaya adalah benih ikan yang sehat. Salah satu pemeriksaan lanjutan untuk memeriksa status kesehatan ikan adalah dengan pengamatan secara mikroskopik jaringan organ insang dan hati ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran histologi pada organ insang dan hati benih ikan mas hasil pembenihan pembudidaya di Batuplat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Sebanyak 80 ekor benih ikan mas diambil dan diamati morfologinya kemudian dilakukan pengawetan dengan formalin berkadar 4% dan dilakukan preparasi histologi di laboratorium. Spesimen diwarnai dengan menggunakan pewarna HE dan dianalisis dengan menggunakan mikroskop 200-400x. Hasil penelitian menunjukkan adanya abnormalitas morfologi ikan, diantaranya adalah terdapat luka di tubuh, sirip ekor dan sirip punggung robek serta warna tubuh yang gelap. Analisis histopatologi jaringan organ insang dan hati benih ikan memperlihatkan adanya beberapa kerusakan jaringan. Pada organ insang, kerusakan jaringan yang teramati adalah epithelium lifting secondary lamella, edema, proliferasi sel mucus, hiperplasia lamella sekunder, hipertropi lamella sekunder, curling, fusi lamella sekunder, telangektasis, kongesti dan nekrosis. Sedangkan kerusakan jaringan yang ada pada organ hati adalah hemoragi, degenerasi lemak, kongesti, adanya kumpulan melano makrofag (MMC), kongesti pada sinusoid dan adanya hemosiderin.

Kata kunci : Benih Ikan Mas, Hati, Histologi, Insang, Nusa Tenggara Timur

PENDAHULUAN

Ketersediaan benih dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang unggul sangat diperlukan untuk memenuhi tujuan produksi pembesaran ikan dalam usaha pembudidayaan ikan. Salah satu syarat dalam memilih benih yang unggul dalam usaha budidaya adalah benih ikan yang sehat. Pengamatan terhadap kesehatan benih ikan harus dilakukan sedini mungkin secara tepat sehingga tidak menimbulkan pengaruh terhadap benih ikan yang akan dipelihara, karena stadia benih merupakan periode yang sangat rentan terhadap serangan penyakit (Afriani, 2016). Pengamatan visual benih ikan dilakukan untuk memeriksa adanya gejala penyakit dan kesempurnaan morfologi ikan, sedangkan pengamatan yang lainnya dilakukan untuk pemeriksaan jasad patogen di laboratorium.

Pengamatan abnormalitas sel dan jaringan hanya dapat dilakukan secara detail dengan pengamatan secara mikroskopik dengan penyiapan spesimen histologi. Penyiapan spesimen histologi merupakan salah satu cara untuk dapat mengamati, mempelajari dan meneliti jaringan-jaringan tertentu dari suatu organisme yang mengalami perubahan-perubahan abnormal dan kerusakan pada tingkat jaringan organ. Menurut Mustafa *et al.* (2017), histopatologi atau pemeriksaan kerusakan jaringan organ merupakan metode pemeriksaan cepat untuk mendeteksi efek agen iritan dan patogen pada organ dan dapat dianggap sebagai indikator kondisi abnormal lingkungan hidup ikan. Selain itu, studi histopatologi juga telah digunakan sebagai alat penting dalam pemantauan lingkungan yang memungkinkan dengan pemeriksaan organ target tertentu. Insang merupakan salah satu organ vital pada ikan yang mempunyai kontak langsung dengan air dan merupakan media masuknya berbagai macam partikel tersuspensi yang ada di dalam perairan. Organ hati merupakan organ utama dari

berbagai jalur metabolisme dan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan dengan indikator pada perubahan bentuk, struktur biokimia dan fisiologinya.

Informasi tentang adanya kerusakan jaringan organ ikan yang mengindikasikan keberadaan penyakit pada ikan air tawar yang dibudidayakan di Kota Kupang sudah pernah tercatat sebelumnya (Juanda dan Edo, 2018 dan 2021), namun informasi tentang kerusakan jaringan organ benih ikan air tawar di Kota Kupang masih sangat minim, padahal informasi tersebut merupakan acuan yang dapat digunakan untukantisipasi dari penularan penyakit akibat pemindahan benih ikan dari satu wadah ke wadah yang lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran histopatologi organ insang dan hati benih ikan mas hasil pembenihan pembudidaya di Batuplat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur.

METODE PENELITIAN

Sampel ikan yang dipakai adalah benih ikan mas hidup yang diambil secara acak sebanyak 80 ekor dari kolam pembenihan ikan mas milik pembudidaya di Batuplat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran panjang dan berat, pengamatan abnormalitas morfologi benih ikan dan pengambilan sampel organ insang dan hati untuk selanjutnya dilakukan preparasi histologi. Pengamatan pada kondisi morfologi benih ikan meliputi bentuk tubuh, sirip, sisik dan kelainan lainnya. Sebelum organ insang dan hati diambil, ikan dipingsankan terlebih dahulu dengan memberikan 3-4 tetes minyak cengkeh pada media air. Organ diawetkan sesaat setelah dibedah dengan cara merendam organ dengan larutan formalin 4% dan selanjutnya dilakukan preparasi histologi.

Sebelum pembuatan preparat histologi, sampel dari masing-masing organ dikelompokkan sesuai dengan kesamaan abnormalitas morfologinya dan diambil perwakilan sampel. Preparasi histologi meliputi fiksasi, dehidrasi, clearing, infiltrasi, embedding, sectioning, peletakan pada objectglass, affixing, deparafinisasi, staining, mounting dan labelling (J *et al.*, 2013). Pewarnaan yang digunakan untuk mewarnai spesimen adalah pewarna HE. Analisis histopatologi dilakukan dengan pengamatan gambaran histopatologi pada preparat secara mikroskopik pada perbesaran 200-400X. Gambaran struktur histopatologi dilakukan dengan melakukan pembandingan gambaran histopatologi yang didapatkan dengan referensi yang ada. Pembandingan tersebut mencakup struktur jaringan mikroskopik dari organ-organ tersebut serta kerusakan-kerusakan jaringannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Abnormalitas Morfologi Benih Ikan

Berdasarkan penimbangan berat benih ikan mas didapatkan nilai rata-rata berat sebesar 35,44 gram dengan berat terendah 33,7 gram dan tertinggi 37,6 gram. Sedangkan pengukuran panjang benih ikan mas didapatkan rata-rata panjang benih 12,18 cm dengan panjang terendah 11 cm dan tertinggi 14 cm. Abnormalitas morfologi benih ikan mas yang teramati adalah terdapat luka di tubuh, sirip ekor

dan punggung robek, sirip geripis dan warna tubuh yang gelap (Tabel 1). Menurut Pardamean *et al.* (2021), gejala-gejala klinis seperti abnormalitas tersebut merupakan indikator ikan yang tidak sehat. Penelitian sebelumnya tentang pengamatan abnormalitas ikan konsumsi air tawar di Kota Kupang pernah dilakukan oleh Juanda dan Edo (2018 dan 2021), menunjukkan adanya bentuk tubuh yang tidak proporsional, terdapat bercak kuning di bagian dada, sirip ekor robek, sisik yang terlepas dan kasar, banyak luka di tubuh, warna insang yang pucat dan ukuran hati yang berwarna kekuningan, berumbai dan ukurannya yang relatif kecil. Gejala klinis yang terjadi pada ikan berupa sirip yang rusak seperti robek dan geripis merupakan indikasi dari adanya infestasi parasit (Ariyanto *et al.*, 2019; Firdausi *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil penelitian Wirawan *et al.* (2018), warna tubuh ikan yang tidak sehat akan perlahan mengalami perubahan menjadi agak gelap dan lama kelamaan semakin gelap hingga sangat berbeda dengan warna ikan yang sehat, yaitu putih keperakan dan mengkilat, dimana perubahan warna pada ikan juga akan terjadi seiring dengan adanya perubahan perilaku pada ikan.

Tabel 1. Abnormalitas Morfologi Benih Ikan Mas

Organ	Keterangan	Jumlah (ekor)	Presentase (%)
Bentuk tubuh	Terdapat luka di tubuh	25	31,25
Sirip	Sirip ekor robek	32	40
	Sirip punggung robek	18	22,5
	Sirip geripis	22	27,5
Lainnya	Warna gelap	30	37,5

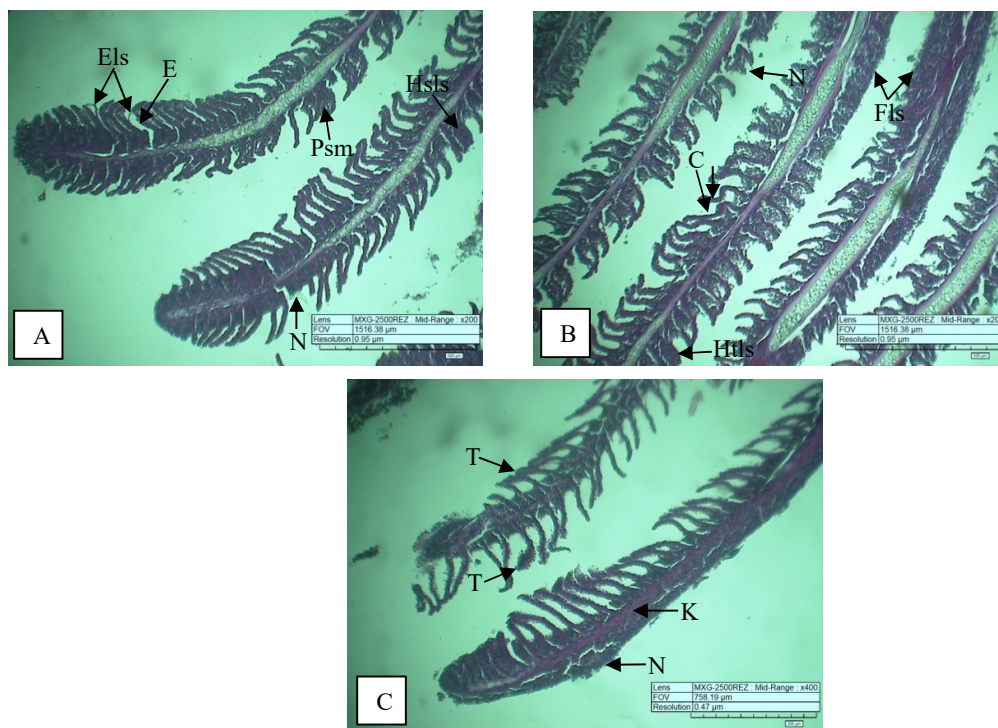
Histopatologi Organ Insang

Berdasarkan pengamatan histopatologi insang, dapat dilihat beberapa kerusakan jaringan yang terjadi pada insang, yaitu *epithellium lifting secondary lamella*, edema, proliferasi sel mucus, hiperplasia lamella sekunder, hipertropi lamella sekunder, curling, fusi lamella sekunder, telangeaktasis, kongesti dan nekrosis (Gambar 1). Penelitian tentang pengamatan histopatologi pada organ insang ikan sebelumnya telah banyak dilakukan Sudaryatma dan Eriawati (2012), Utami *et al.* (2017), Yandi *et al.* (2017), Lestari *et al.* (2018), Juanda dan Edo (2018), Maldonado *et al.* (2018), Mandia *et al.* (2020), Mora *et al.* (2022), dan menyebutkan beberapa kerusakan jaringan yang terjadi pada insang, antara lain hiperplasia, hipertropi, fusi pada sel-sel epitelialamella insang, proliferasi sel mucus, adanya vakuola, telangiektasis, lamella insang saling menyatu, adanya jaringan epitel yang terlepas, hemoragi, nekrosis, *lossoflamellastructure*.

Proses kerusakan pada jaringan insang dimulai dari hiperplasia yang terus berlanjut menjadi fusi, kemudian telangiektasis dan diakhiri membentuk vakuola, dimana merupakan indikasi terjadinya nekrosis (Pertiwi *et al.*, 2017). Menurut Elahee dan Bhagwant (2002), hipertropi dan hiperplasia merupakan awal terjadinya nekrosis. Hiperplasia yang terus menerus terjadi dapat menyebabkan perhimpitanlamella sekunder sehingga menyebabkan terjadinya proliferasi sel mucus (Strzyzewska *et al.*, 2016). Hossain *et al.* (2017), menambahkan bahwa adanya perlekatan parasit pada insang juga akan menstimulai kejadian proliferasi sel mucus dengan menghasilkan banyak lendir pada permukaan insang sehingga menyebabkan nekrosis pada sel-sel epitelialamella dan jika kejadian

tersebut terus-terusan terjadi dapat menyebabkan nekrosis (kematian sel) dan menimbulkan perforasi dari pembuluh darah, sehingga oksigen dan nutrisi tidak sampai ke lokasi hiperplasia sel dan dalam keadaan yang lama akan menyebabkan kematian jaringan (Utami *etal*, 2017). Selain itu, sel mucus yang terus menerus mengalami proliferasi dapat menyebabkan fusi yang terjadi pada jaringan insang dan dapat dilihat dari rusaknya lamella sekunder insang akibat meleburnya dua atau lebih jaringan epihtelium lamella sekunder (Juanda dan Edo, 2018)

Kejadian edema (pembengkakan) yang muncul pada insang diakibatkan insang mengalami kerusakan akibat infiltrasi cairan ke dalam jaringan (Maftuch *etal.*, 2017). Edema yang terjadi pada bagian jaringan lamella sekunder yang selanjutnya diikuti oleh lepasnya (pengangkatan) sel epitel (*epithellifting*) lamella sekunder menyebabkan terganggunya fungsi epitel sebagai penangkap gas terlarut (Jamin dan Erlangga, 2016; Juanda dan Edo, 2018). Pengangkatan sel epitel (*epithellifting*) dapat mengakibatkan disfungsi pada insang dan akhirnya akan membuat ikan mati lemas (Mustafa *etal.*, 2017).



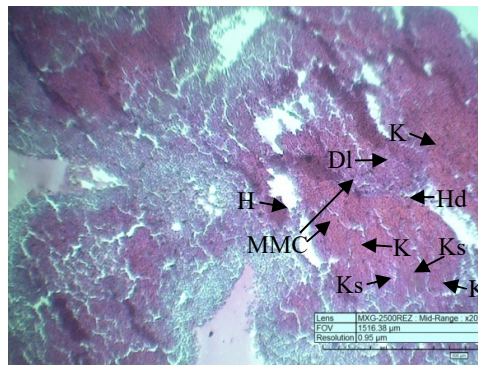
Gambar 1. Histopatologi Insang. (A) Els: *epithelium lifting secondary lamella*, E: edema, Psm: proliferasi sel mucus, HsIs: hiperplasia lamella sekunder, N: nekrosis; (B) C: curling, Fls: fusi lamella sekunder, Hts: hipertropi lamella sekunder; (C) T: telangeaktasis, K: kongesti.

Kongesti yang terjadi pada insang dapat dikenali dengan adanya akumulasi darah yang menyebabkan pembengkakan (Gambar 1C). Kongesti menunjukkan perubahan warna merah yang derajatnya tergantung pada tingkat oksigenasi darah. Hal tersebut selanjutnya menyebabkan kongesti eritrosit pada saluran marginal (telangiektasia) (Maftuch *etal.*, 2017). Robert, (2001) menambahkan

kejadian khas telangeaktasibiasa terjadi pada ikan yang hidup pada media air dengan kualitas yang buruk, kurangnya nutrisi, adanya serangan parasit dan bakteri serta virus, penumpukan sisa metabolisme dan polutan kimia.

Histopatologi Organ Hati

Hasil pengamatan histopatologi organ hati, dapat dilihat beberapa kerusakan diantaranya adalah hemoragi, denegerasi lemak, kongesti, adanya kumpulan makrofag (MMC), koengsti pada sinusoid dan adanya hemosiderin (Gambar 2). Beberapa hasil penelitian sebelumnya tentang histopatologi organ hati ikan air tawar sudah banyak diketahui, diantaranya Oliveiraelat. (2016), Salesetal. (2017), Juanda dan Edo (2018), Puntorieroetal. (2018), Fahmi *etal.* (2019), Santos *etal.* (2022). Berdasarkan hasil beberapa penelitian tersebut didapatkan beberapa kerusakan jaringan hati, antara lain adanya kongesti, *melanomacrophagecenter*(MMC), vakuola pada hepatosit, degenerasi vakuola, fibrosis, infiltrasi, hiperplasia, edema, degenerasi lemak, hemoragi, dilatasi sinusoid, hemosiderin pada hepatopankreas dan nekrosis.



Gambar 2. Histopatologi Hati. H : hemoragi, DI: degenerasi lemak, K: kongesti, MMC: *melano macrophage center*, Ks: kongesti sinusoid, Hd: hemosiderin.

Hemoragi merupakan kejadian perdarahan yang terjadi pada suatu jaringan yang dapat ditandai dengan kemunculan titik darah dengan spot kecil maupun besar. Menurut Fahmi *etal.* (2019), perdarahan yang terjadi dapat diakibatkan oleh adanya zat toksik di dalam jaringan yang mengalami peningkatan secara fisiologis. Kongesti pada sinusoidal dapat menghalangi darah dari arteri hepatic dan vena porta interbiliaris yang harus melewati sinusoid dalam perjalanannya menuju vena sentral. Karena dalam perjalanan menuju vena sentral darah harus dipompa dengan lebih keras, maka hal tersebut menyebabkan adanya fibrosis di daerah periportal dan portal (Santos *et al.*, 2022).

Adanya *melanomacrophagecenter* (MMC) pada jaringan hati merupakan kelompok sel fagositosis yang mengandung pigmen seperti melanin. MMC adalah elemen penting dari sistem kekebalan tubuh ikan, termasuk fagositosis dan pemrosesan antigen serta destruksi, detoksifikasi dan daur ulang bahan endogen dan eksogen. Kemunculan hemosiderin dalam MMC dapat dikaitkan dengan fagositosis besi secara biologis yang berasal dari hemoglobin eritrosit. Peningkatan intensitas

hemosiderin dalam MMC dikaitkan dengan proses inflamasi yang dipicu oleh infestasi mikroorganisme (Salesetal., 2017). Fahmi *et al.* (2019), menambahkan bahwa MMC merupakan indikator stress kronis dan jumlahnya akan meningkat dalam kondisi patologis.

Degenerasi lemak terjadi akibat akumulasi lemak yang berlebihan di dalam sel dan sel kehilangan kemampuan untuk melakukan metabolisme terhadap lemak tersebut. Degenerasi lemak merupakan respon lanjut dari degenerasi hidropis, yaitu pembengkakan sel lanjut yang ditandai dengan adanya ruangkosong (vakuola) di dalam sitoplasma sel (Juanda dan Edo, 2018). Vakuola-vakuola yang berisi lemak tersebut terjadi karena adanya defisiensi oksigen dan zat makanan, dimana defisiensi tersebut selanjutnya mengganggu proses pembentukan energi, sehingga sintesis protein akan menurun dan mengakibatkan sel tidak mampu membentuk protein. Jika protein tidak terbentuk, maka lemak yang ada di dalam hati tidak dapat dikeluarkan dan terjadi akumulasi dalam bentuk degenerasi lemak (Sari *et al.*, 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan histopatologi organ insang dan hati benih ikan mas hasil pembenihan pembudidaya di Batuplat, Kota Kupang menunjukkan adanya kerusakan. Beberapa kerusakan yang teramati pada histopatologi organ insang adalah *epithellium lifting secondary lamella*, edema, proliferasi sel mucus, hiperplasia lamella sekunder, hipertropi lamella sekunder, curling, fusi lamella sekunder, telangektasis, kongesti dan nekrosis. Sedangkan kerusakan yang terjadi pada histopatologi organ hati adalah hemoragi, degenerasi lemak, kongesti, adanya kumpulan makrofag (MMC), kongesti pada sinusoid dan adanya hemosiderin.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, D. T. 2016. Peranan Pembenihan Ikan dalam Usaha Budidaya Ikan. Jurnal Warta Edisi 49. DOI: <https://doi.org/10.46576/wdw.v0i49.158>
- Ariyanto, E., S. Anwar dan Sofian. 2019. Indeks Prevalensi dan Intensitas Ektoparasit pada Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus*) di Sumatera Selatan. Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan, 14(1):54-61. DOI: 10.31851/jipbp.v14i1.3370
- Elahee, K.S dan Bhagwant, S. 2002. Pathology Gill Lesion in Two Edible Lagoon Fish Species. *Mulloidichthys flavolineatus* and *Mugil cephalus*, From The Bay of Poudred'Or, Mauritius. Western Ocean. J. Mar Sci, 1(1):32-42. DOI: <https://doi.org/10.4236/ns.2014.610076>
- Fahmi, U., I. Andriani, S. Salmah, T.H. Hatta, S.B.A. Omar dan D.K. Sari. 2019. Histopathology of Liver and Intestine of Pangkulan Bare Fish (*Oryzias latipes*) Polluted by Nickel and Iron in Lake Matano, South Sulawesi. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 370 012078/Makassar. DOI :10.1088/1755-1315/370/1/012078
- Firdausi, A.P., Rahman, R. Mahadhika, A. Sumadikarta. 2020. Protozoa Ektoparasitik pada Ikan Koi *Cyprinus carpio* di Daerah Sukabumi. Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 8(1):50-57. DOI: <https://doi.org/10.36706/jari.v8i1.11640>
- J.J. Shobikhuliatul, S. Andayani, J. Couteau, Y. Risjani, C. Minier. 2013. Some Aspect of Reproductive Biology on the Effect of Pollution on the Histopathology of Gonads in *Puntius javanicus* from Mas River, Surabaya, Indonesia. Journal of Biology and Life Science, 4(2):191-205. DOI: <https://doi.org/10.5296/jbls.v4i2.3684>
- Hossain, M. K., Hossain, M.D dan Rahma, M.H. 2017. Histopathology of Some Diseased Fishes. Journal

- Life EarthScience, 2(2):47-50. DOI: <https://doi.org/10.3329/jles.v2i2.7497>
- Juanda, S.J. dan S.I. Edo. 2018. Histopatologi Insang, Hati dan Usus Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Saintek Perikanan, 14(1):23-29. DOI:10.14710/ijfst.14.1.23-29
- Juanda, S.J. dan S.I. Edo. 2021. Histopatologi Organ Usus Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diambil dari Pembudidaya Ikan di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. JVIP, 1(2):20-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.35726/jvip.v1i2.727>
- Lestari, W. P., N. I. Wiratmini dan A.A.G.R. Dalem. 2018. Struktur Histologi Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus* L.) sebagai Indikator Kualitas Air Lagoon Nusa Dua, Bali. SIMBIOSIS, 6(2):45-49. DOI: <https://doi.org/10.24843/JSIMBIOSIS.2018.v06.i02.p03>
- Maldonado, M.I.G., M.A.R. Satiago, F.G. Vargas, M.N. Soto dan F. Soares. 2018. An Emerging Infection caused by *Gyrodactylus cichlidarum* Paperna, 1968 (Monogenea: Gyrodactylidae) Associated with Massive Mortality on Farmed Tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) on The Mexican Pacific Coast. Latin American Journal of Aquatic Research, 46(5):961-968.
- Mandia, S., S. Susanti dan A.D. Maharani. 2020. Indikator Histopatologi Pencemaran Air pada Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.). Bioconcetta, 6(2):72-78. DOI: <http://dx.doi.org/10.3856/vol46-issue5-fulltext-9>
- Mora, L., Muttaqien, Zainuddin, M.N. Salim, Winaruddin dan M. Jalaluddin. 2022. Gambaran Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar Parasit Dactylogyru sp. JIMVET, 6(3):74-82. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v6i3.18964>
- Maftuch, E. Sanoesi, I. Farichin, B.A. Saputra, L. Ramdhani, S. Hidayati, N. Fitriyah dan A.A. Prihanto. 2017. Histopathology of Gill, Muscle, Intestine, Kidney and Liver on Myxobolus sp. Infected Koicarp (*Cyprinus carpio*). Parasitic Diseases, 42(1):137-143. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0955-x>
- Mustafa, S.A., J.K. Al-Faragi, N.M. Salman dan A.J. Al-Rudainy. 2017. Histopathological Alterations in Gills, Liver and Kidney of Common Carp, *Cyprinus carpio* L. Exposed to Lead Acetate. Adv. Anim. Vet. Sci, 5(9):371-376. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2017/5.9.371.376>
- Oliveira, L.B., A. S. Leonardo dan E.M.M. Lima. 2016. Macro-and Microstructural Descriptions of The Zabr fish (*Danio rerio*) Liver. Folia Morphol, 75(3):382-387. DOI: <https://doi.org/10.5603/fm.a2016.0009>
- Pardamean, E.S., H. Syawal dan M. Riau waty. 2021. Identifikasi Bakteri Patogen pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Dipelihara dalam Keramba Jaring Apung. Jurnal Perikanan dan Kelautan, 26(1):26-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.31258/jpk.26.1.26-32>
- Pertiwi, S.L., Zainuddin dan E. Rahmi. 2017. Gambaran Histologi Sistem Respirasi Ikan Gabus (*Channa striata*). JIMVET, 1(3): 291-298. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v1i3.3310>
- Puntoriera, M.L., A.F. Cirelli dan A.V. Volpedo. 2017. Histopathological Changes in Liver and Gill of *Odontesthes bonariensis* Inhabiting a Lake with High Concentration of Arsenic and Fluoride (Chasico Lake, Buenos Aires Province). Revista Internacional de Contaminacion Ambiental, 34(1):69-77. DOI: <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.01.06>
- Robert, R.T. 2001. Fish Pathology. Edisi III. W.B. Saunders. London Edinburg. Philadelphia, St. Louis, Sydney, Toronto. 472 hlm.
- Sales, C.F., R.F. Silva, M.G.C. Amaral, F.F.T. Domingos, R.I.M.A. Ribeiro, R. G. Thome dan H.B. Santos. 2017. Comparative Histology in The Liver and Spleen of Three Species of Freshwater Teleost. Neotropical Ichthyology, 15(1): e160041. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20160041>
- Santos, R. M.B., S.M.V. Monteiro, R.M.V. Cortes, F.A.L. Pacheco dan L.F.S. Fernandes. 2022. Seasonal Differences in Water Pollution and Liver Histopathology of Iberian Barbel (*Luciobarbus bocagei*) and Douro Nase (*Pseudochondrostoma duriense*) in an Agricultural Watershed. Water, 14(3):444. DOI: <https://doi.org/10.3390/w14030444>
- Sudaryatma, P.E. dan N.N. Eriawati. 2012. Histopatologi Insang Ikan Hias Air Laut yang Terinfeksi Dactylogyru sp. Jurnal Sain Veteriner, 30(1): 68-75. DOI: <https://doi.org/10.22146/jsv.2483>
- SNI 6140:2009. 2009. Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus* Bleeker) kelas benih sebar. 4

- hlm.
- Strzyzewska, E., J. Szarek., dan I. Babinska. 2016. Morphological Evaluation of The Gills as a Tool in The Diagnostics of Pathological Conditions in Fish and Pollution in The Aquatic Environment: a review. *Veterinarni Medicina*, 61(3): 123-132. DOI: <http://dx.doi.org/10.17221/8763-VETMED>
- Utami, I.A.N.S., A.A.A. Ciptojoyo dan N. N. Wiadnyana. 2017. Histopatologi Insang Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang Terinfestasi Trematoda Monogenea. *Media Akuakultur*, 12(1): 35-43. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.12.1.2017.35-43>
- Wirawan, I.K.A., S.A.M.P. Suryani, I.W. Arya. 2018. Diagnosa, Analisis dan Identifikasi Parasit yang Menyerang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Kawasan Budidaya Ikan di Subak “Baru” Tabanan. *Gema Agro*, 23(1):63-78. DOI: <https://doi.org/10.22225/ga.23.1.661.63-78>
- Yandi, I., S. Kayis dan A. Er. 2017. Histopathological Effect of Etiological and Non-Etiological Agents in Some Fish Gills. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(1a):995-1000. DOI: https://www.researchgate.net/publication/313056112_HISTOPATHOLOGICAL_EFFECTS_OF_ETIOLOGICAL_AND_NON-ETIOLOGICAL_AGENTS_IN_SOME_FISH_GILLS