Volume 7, No. 2, 2026

ISSN 2723-7583 (Online)

Histopatologi Insang dan Hati Benih Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) Hasil Pembenihan di Batuplat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

Gill and Liver Histopathology of Black Tilapia Fingerlings (Oreochromis niloticus) Cultured in Batuplat, Kupang, East Nusa Tenggara

Shobikhuliatul Jannah Juanda*, Ion Tarsardo Sianturi, Yusuf Kamlasi, Aisyah Lukmini

Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan,
Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes, Lasiana, Kupang, Nusa Tenggara Timur

*Corresponding author email: shelbyshelby1017@gmail.com

Submitted: 30 October 2025 / Revised: 10 March 2026 / Accepted: 20 April 2026

http://doi.org/10.21107/juvenil.v7i2.3347

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui histopatologi insang dan hati benih ikan nila hitam di Batuplat, Kota Kupang. Benih ikan nila hitam diambil secara acak sebanyak 80 ekor dari kolam pembenihan dan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran panjang dan berat, pengamatan gejala klinis pada morfologi ikan dan pengambilan sampel organ insang dan hati untuk preparasi histologi. Analisis histopatologi dilakukan dengan pengamatan secara mikroskopik pada organ selanjutnya dibandingkan dengan gambaran histopatologi yang didapatkan dari referensi jurnal yang relevan. Pada penelitian ini, gejala klinis menunjukkan beberapa abnormalitas, yaitu adanya luka pada tubuh seperti sisik terkelupas, sirip ekor dan sirip punggung robek, sirip ekor geripis dan warna tubuh yang gelap. Kerusakan jaringan insang yang terlihat adalah proliferasi sel mucus, edema lamela primer dan sekunder, hiperplasia lamela primer dan sekunder, fusi lamela sekunder, adanya parasit, telangiektasis, kongesti, hipertropi lamela sekunder, nekrosis lamela primer dan sekunder. Sedangkan pada organ hati menunjukkan adanya pusat melano makrofag (MMC), hemoragi, kongesti, fibrosis, kongesti pada sinusoid, adanya hemosiderin, degenerasi lemak, vakuola dan nekrosis. Saran pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan identifikasi parasit dan penyakit benih ikan nila hitam pada lokasi yang sama.

Kata kunci: *Benih nila hitam, hati, histopatologi, insang, Kota Kupang*

ABSTRACT

This study aims to determine the histopathological of the gill and liver of black tilapia fingerlings that produced by farmers in Batuplat, Kupang City. Eighty sample fingerlings taken randomly from the hatchery and brought to the laboratory for measurement of length and weight, observation of morphological abnormalities, gill and liver were taken for histological preparation. Histopathological analysis were carried out by microscopic observation of each organ and then compared with the image obtained from relevant journal references. In this study, the morphological abnormality is the presence of wounds (ulcer) on the body such as peeling scales, ripped pinna cudalis pinna dorsalis, flaky pinna caudalis and dark body color. The gill's damage tissue was proliferation of mucus cell, primary and secondary lamella edema, hyperplasia of primer and secondary lamella, fusion of secondary lamella, congestion of primary lamella, hypertropi of secondary lamella, primary and secondary lamella necrosis and the presence of parasites. While the liver showed the presence of a melano macrophage center (MMC), hemorage, congestion, fibrosist, sinusoidal congestion, the presence of hemosiderin, lipid degeneration, vacuola and necrosis. Further research is recommended to identify parasites and diseases in black tilapia fingerling at the same location.

Key words: *Black tilapia fingerlings, liver, histopathology, gill, Kupang City*

PENDAHULUAN

Dalam usaha pengembangan budidaya perikanan, kegiatan pembenihan merupakan kunci sukses usaha budidaya. Benih ikan merupakan salah satu faktor penentu dalam usaha peningkatan produksi budidaya perikanan. Kualitas benih yang unggul dan kuantitas benih yang memadai serta berkesinambungan akan menjamin hasil produksi yang baik pula. Salah satu syarat dalam memilih benih yang unggul dalam usaha budidaya adalah benih ikan yang sehat. Inestasi parasit dan penyakit merupakan salah satu kendala yang sering dihadapi para pembudidaya ikan. Untuk memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya, seringkali para pembudidaya cenderung menebar ikan secara berlebihan, yang akhirnya akan menyebabkan penyakit. Kepadatan penebaran benih yang tinggi selama pembenihan umumnya meningkatkan stress, dan selanjutnya ikan menjadi rentan terhadap penyakit infeksius. Populasi ikan dalam kolam yang padat sangat mendukung perkembangan parasit tertentu yang membahayakan ikan, dimana variasi parasit sangat tergantung pada spesies dan ukuran ikan serta status kesehatannya (Ramudu *et al*., 2020).

Rancangan penanggulangan terhadap hama dan penyakit serta perawatan kesehatan benih sangat penting untuk dibuat dan diterapkan agar produksi benih dalam kualitas tinggi dapat dicapai. Pengamatan terhadap kesehatan 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. Semakin tua umur inang yang menjadi target serangan penyakit, maka akan semakin resisten terhadap serangan penyakit tersebut (Afifah *et al*., 2014; Afriani, 2016).

Mendiagnosa penyakit pada ikan sangat penting untuk dilakukan karena merupakan langkah awal dalam menentukan suatu jenis penyakit. Berbagai metode banyak digunakan untuk menilai status kesehatan ikan. Dalam mendiagnosa penyakit pada ikan, dapat dimulai dengan memperhatikan perubahan tingkah laku ikan dan gejala klinis pada ciri-ciri eksternal maupun internal. Pemeriksaan dan pengujian lebih lanjut juga sangat dianjurkan untuk dilakukan karena dapat mendiagnosa lebih tepat dengan melihat abnormalitas pada kinerja organ tubuh ikan akibat serangan penyakit yang ditunjukkan melalui abnormalitas atau kerusakan struktur sel dan jaringan (Juanda & Edo, 2018).

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. Penggunaan analisis histologi dalam diagnosa penyakit infeksi juga dapat digunakan untuk mengetahui kemungkinan penyebab infeksinya. Mohammadi *et al*. (2012), menyebutkan bahwa histopatologi merupakan metode pemeriksaan cepat untuk mendeteksi efek agen iritan dan patogen pada organ dan dapat dianggap sebagai indikator kondisi abnormal lingkungan hidup ikan.

Insang ikan merupakan organ yang bertanggungjawab untuk respirasi, berperan penting dalam mengeluarkan produk metabolisme yang tidak diperlukan tubuh, menjaga tekanan osmotik dan keseimbangan cairan asam-basa optimal dalam tubuh. Organ insang adalah salah satu organ vital pada ikan yang berkontak langsung dengan air media hidup ikan dan merupakan media masuknya berbagai macam partikel tersuspensi yang ada di dalam perairan. Sehingga, insang sangat sensitif terhadap perubahan kimia atau fisik yang terjadi di lingkungan sekitarnya dan merupakan organ target bagi banyak kontaminan yang terbawa dalam air. Strzyzewska *et al*. (2016), menyatakan bahwa dalam penelitian yang dilakukan pada ikan yang dipelihara di kolam, telah menunjukkan bahwa evaluasi pada insang dapat memberikan fungsi indikator untuk menilai status kesehatan ikan dan tingkat pencemaran lingkungan, dimana informasi tersebut sangat berguna dalam sistem kultur intensif, terutama pada gangguan yang disebabkan oleh berbagai faktor lingkungan.

Hati diketahui merupakan salah satu organ terpenting yang bertanggungjawab untuk metabolisme, eksresi serta transformasi unsur-unsur beracun. Hati rentan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh racun dan bereaksi secara berbeda tergantung pada jenis dan tingkat

keparahan racun. Hasan *et al*. (2022), mempelajari histopatologi hati terbukti dapat menjadi alat yang mendalam untuk mengidentifikasi efek senyawa kimia dalam organ target, karena hati adalah organ yang berperan dalam detoksifikasi bahan kimia di dalam darah.

Beberapa 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 & Edo, 2018; Juanda & Edo, 2021). Beberapa kerusakan jaringan insang yang pernah tercatat adalah proliferasi sel mucus, nekrosis, *epithelium lifting*, edema, *loss of lamella structure*, hyperplasia, adanya vakuola dan invetasi parasit (Juanda *et al*., 2022; Juanda *et al*., 2023). Sedangkan, kerusakan jaringan hati meliputi kongesti, adanya MMC, degenerasi lemak, hemoragi dan kongesti sinusoid (Juanda *et al*., 2023). Namun, informasi tentang kesehatan benih ikan di Kota Kupang masih sangat minim, padahal informasi kesehatan benih ikan merupakan acuan yang dapat digunakan untuk perbaikan metode budidaya dan penanggulangannya terhadap serangan penyakit serta antisipasi 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 nila hitam hasil pembenihan pembudidaya di Batuplat, Kota Kupang.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2022. Pengambilan sampel ikan dilakukan di kolam pembenihan milik pembudidaya di Batuplat, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Pemeriksaan morfologi ikan, pembedahan ikan dilakukan di Laboratorium Manajemen dan Produksi Budidaya Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang. Sedangkan, pengamatan histopatologi jaringan dilakukan di Laboratorium Kesehatan Hewan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang. Preparasi histologi dilakukan di Laboratorium AFFB FKH Universitas Nusa Cendana Kupang.

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah seser, ember, dissecting set, tisu, wadah sampel organ, gelas ukur, papan/meja pemeriksaan, serbet, kertas label, alat tulis, DO meter, pH meter, amonia test kit, thermometer batang, mikroskop. Sedangkan, bahan yang digunakan antara lain benih ikan nila hitam, minyak cengkeh, aquades, formalin 10% dan bahan-bahan dalam pembuatan preparat histologi (J *et al*., 2013).

Prosedur Penelitian

Sampel benih ikan yang digunakan adalah benih ikan nilai hitam yang diambil secara acak pada kolam pembenihan (ukuran 5-7cm) milik pembudidaya sejumlah 80 ekor. Pengambilan benih ikan dengan menggunakan seser. Benih ikan yang tertangkap kemudian dibawa ke laboratorium Produksi dan Manajemen Budidaya Perikanan Jurusan Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang dan dilakukan pengamatan morfologi yang meliputi pengamatan bentuk tubuh, sirip, sisik, warna tubuh ikan, gejala klinis morfologi dan kelainan lainnya. Kemudian, ikan dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologinya. Pengukuran kualitas air dilakukan secara in situ pada saat pengambilan sampel benih ikan. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, DO, pH dan ammonia.

Organ insang dan hati yang menjadi target pengamatan diambil dengan membedah tubuh ikan dengan hati-hati menggunakan *dissecting set*. Organ target kemudian disimpan dalam wadah sampel yang sudah berisi larutan formalin 10% dan diberi label. Selanjutnya sampel organ dibawa ke Laboratorium AFFB Universitas Nusa Cendana untuk dilakukan preparasi histologi. Tahapan preparasi histologi yang dilakukan adalah fiksasi, dehidrasi, clearing, infiltrasi, embedding, sectioning, peletakan pada object glass, affixing, deparafinasi, staining, mounting dan labeling. Pewarnaan yang digunakan untuk mewarnai sayatan jaringan organ adalah pewarna HE. Pengamatan histologi organ dilakukan secara mikroskopik dengan perbesaran 200-400x di Laboratorium Kesehatan Hewan Politeknik Pertanian Negeri Kupang. Analisis histopatologi dilakukan dengan cara menganalisis gambaran histologi dan histopatologinya dengan melakukan perbandingan gambaran histopatologi organ dengan referensi jurnal serupa yang meliputi struktur jaringan mikroskopik dan kerusakan jaringan organ.

Data kerusakan jaringan yang didapatkan kemudian dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh pada penelitian ini antara lain data gejala klinis morfologi benih ikan, kualitas air saat pengambilan sampel benih ikan, gambaran histologi dan histopatologi organ insang dan hati benih ikan. Data disajikan dalam bentuk tabel dan gambar yang dibahas dengan pendekatan studi literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Klinis Morfologi Benih Ikan

Pengamatan gejala klinis morfologi benih ikan pada penelitian ini menunjukkan adanya beberapa abnormalitas, diantaranya adalah adanya luka pada tubuh benih ikan seperti sisik yang terkelupas, sirip ekor dan sirip punggung robek, sirip ekor geripis dan warna benih ikan yang gelap (Tabel 1). Menurut Pardamean *et al*. (2021), gejala klinis tersebut merupakan indikator ketidaksehatan pada ikan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Juanda & Edo (2021), pada pengamatan morfologi ikan nila ukuran konsumsi yang diambil secara acak dari pembudidaya ikan air tawar di Kota Kupang menunjukkan beberapa abnormalitas, yaitu 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 relatif kecil. Ariyanto *et al*. (2019), dan Firdausi *et al*. (2020), pada penelitiannya juga menunjukkan gejala klinis yang terjadi pada ikan berupa sirip yang rusak seperti robek dan geripis yang mengindikasikan adanya infestasi parasit. Menurut Wirawan *et al*. (2018), warna tubuh ikan yang tidak sehat akan mengalami perubahan menjadi agak gelap dan lama kelamaan semakin gelap hingga sangat berbeda dengan warna ikan yang sehat, dimana perubahan warna tersebut juga diiringi dengan adanya perubahan perilaku pada ikan. Gejala klinis ikan berupa sirip geripis dan terdapat luka kecil pada tubuh ikan juga pernah dilaporkan oleh Minaka *et al*. (2012), pada ikan gurami yang terserang bakteri. Pattipeiluhu *et al*. (2022), menambahkan ikan nila yang diuji tantang *Aeromonas hydrophila* menunjukkan gejala klinis berupa luka pada tubuh dan warna tubuh yang semakin menggelap disertai dengan produksi lendir yang berlebihan, namun pada penelitian ini tidak dilakukan isolasi dan identifikasi bakteri lebih lanjut dan hanya ditemukan adanya parasite pada histopatologi insang ikan (Gambar 1).

Tabel 1. Morfologi benih ikan nila hitam

Organ	Keterangan	Prosentase
Bentuk tubuh	Terdapat luka di tubuh	31,25%
Sirip	Sirip ekor robek	40%
	Sirip punggung robek	22,5%
	Sirip geripis	27,5%
Lainnya	Warna gelap	37,5%

Gejala klinis berupa luka pada tubuh, insang berwarna pucat, sirip ekor dan punggung geripis serta hati yang berwarna pucat yang diakibatkan oleh adanya serangan bakteri dapat terjadi akibat ikan mengalami stress karena jumlah populasi yang padat, kualitas air yang buruk, cedera fisik akibat proses penanganan yang kurang tepat (penangkapan, penyortiran dan transportasi), dimana dapat mengakibatkan kerentanan pada ikan yang berpotensi mempermudah masuknya dan menyebarnya bakteri dan agen penyakit lainnya (Raudiah *et al*., 2021). Gejala klinis pada benih ikan pada penelitian ini diduga terjadi karena kandungan ammonia yang melebihi nilai yang dipersyaratkan, yaitu 0,25 mg/L. BSNI (2009) menjelaskan bahwa nilai ammonia untuk produksi ikan nila di kolam air tenang adalah <0,02 mg/L. Kadar ammonia yang melebihi dari 0,02 mg/L di perairan air tawar menyebabkan perairan bersifat toksik terhadap beberapa jenis ikan. Adanya senyawa ammonia pada kolam ikan berasal dari sisa pakan maupun kotoran ikan. Amonia yang disekresikan oleh ikan akan mengalami pertambahan dari hasil dekomposisi organisme mati.

Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang terukur saat pengambilan sampel ikan dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan data parameter kualitas air yang terukur pada kolam pembenihan, nilai pH,

DO dan suhu masih berada pada kisaran nilai yang layak untuk kelangsungan hidup benih ikan nila hitam, yaitu berturut-turut 8,2, 6,4, dan 27,5 (Tabel 2). Nilai ammonia yang terukur menunjukkan nilai yang melebihi dari ambang batas kelayakan untuk benih ikan nila hitam, yaitu 0,25 mg/L. Tingginya nilai ammonia pada kolam pembenihan diduga disebabkan oleh adanya penumpukan sisa pakan dan kotoran pada dasar kolam yang jarang dibersihkan. Kualitas air adalah hal vital dalam suatu kegiatan budidaya dan merupakan salah satu indikator keberhasilan kegiatan budidaya ikan. Pada kegiatan budidaya ikan, ammonia dihasilkan dari hasil aktivitas metabolisme dan sisa-sisa pakan yang tidak terkonsumsi oleh ikan (Effendi, 2003). Dari hasil aktivitas metabolisme ikan yaitu melalui proses osmoregulasi, ammonia yang dihasilkan diketahui sebesar 80-90%, sisanya 10-20% dihasilkan dari feses dan urine (Marlina dan Rakhmawati, 2016). Ammonia yang tinggi pada media hidup ikan dapat menyebabkan berbagai masalah pada ikan yang dapat berujung pada kematian ikan dan kegagalan produksi budidaya. Putra *et al*. (2016) menjelaskan bahwa ammonia merupakan faktor penghambat pertumbuhan ikan nila pada tingkat konsentrasi 0,18 mg/L dan merupakan faktor pembatas kedua setelah oksigen. Ammonia diekskresikan langsung melalui insang sebagai ammonia tidak terionisasi dan banyaknya ammonia yang dikeluarkan berkaitan dengan tingkat pemberian dan protein dalam pakan, sehingga ammonia di perairan lebih banyak berupa ammonia tidak terionisasi (NH_3) daripada ammonia terionisasi (NH_4^+). Kedua jenis ammonia berada dalam kesetimbangan pengaruh pH dan suhu.

$$NH_3 + H_2O \qquad NH_4^+ + OH$$

Jika pH perairan lebih dari 7, maka kesetimbangan akan cenderung bergerak ke kiri, yaitu ammonia tidak terionisasi lebih tinggi.

Tabel 2. Nilai Parameter Kualitas Air Kolam

Parameter	Nilai Terukur	Kelayakan (BSNI, 2009)
pH	8,2	6,5-8,5
DO (mg/L)	6,4	≥ 3
Suhu (°C)	27,5	25-32
Ammonia (mg/L)	0,25	<0,02

Histopatologi Organ Benih Ikan Nila Hitam

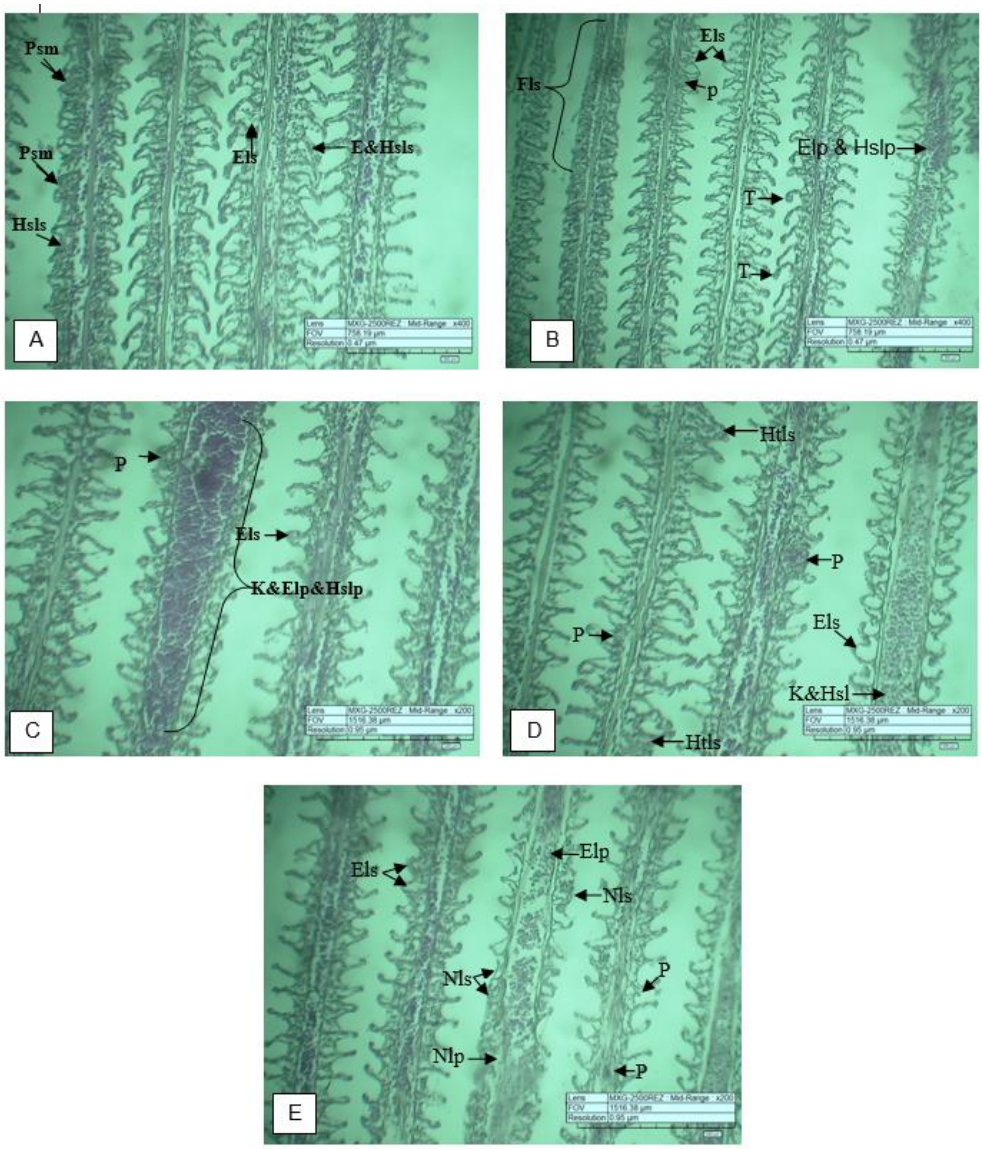
Histopatologi Organ Insang

Hasil pengamatan histopatologi pada organ insang benih ikan nila hitam, dapat dilihat adanya kerusakan jaringan diantaranya adalah proliferasi sel mucus, edema lamela primer dan sekunder, hiperplasia lamela primer dan sekunder, fusi lamela sekunder, adanya parasit, telangiektasis,kongesti, hipertropi lamela sekunder, nekrosis lamela primer dan sekunder (Gambar 1). Beberapa penelitian tentang histopatologi insang ikan sudah banyak dilakukan sebelumnya oleh para peneliti sebelumnya (Sudaryatma & Eriawati, 2012; Utami *et al*., 2017; Yandi *et al*., 2017; Lestari *et al*., 2018; Juanda & Edo, 2018; Maldonado *et al*., 2018; Mandia *et al*., 2020; Mora *et al*., 2022). Hasil penelitian tersebut menyebutkan beberapa kerusakan yang terjadi pada insang ikan, antara lain hiperplasia, hipertropi, fusi pada sel-sel epitheli lamella insang, proliferasi sel mucus, adanya vakuola, telangiektasis, lamela insang saling menyatu, adanya jaringan epitel yang terlepas, hemoragi, nekrosis, *loss of lamella structure*.

Proliferasi sel mucus terjadi diawali dengan adanya hiperplasia sel pada lamela sekunder yang terjadi secara terus menerus sehingga menyebabkan sel epithelium lamela sekunder saling berhimpit dan melekat (Gambar 1A). Perlekatan tersebut akhirnya membuat lamela sekunder tidak berbentuk seperti lamela sekunder pada umumnya. Kerusakan jaringan berupa hiperplasia pada suatu sel dan peningkatan sel mucus dapat terjadi secara bersamaan. Proliferasi yang terjadi pada sel mucus merupakan respon dari pertahanan yang dilakukan oleh sel akibat adanya gangguan parasit, zat toksik atau perubahan lingkungan. Menurut Wikiandy *et al*. (2013), tingginya tingkat keasaman suatu perairan dapat mengakibatkan penumpukan CO_2 dan NH_3 dan zat-zat lain hasil sisa metabolisme atau karena adanya cemaran di badan air yang bersumber dari limbah atau sampah, dimana kondisi lingkungan perairan

tersebut dapat mengakibatkan terjadinya abnormalitas bentuk sel lamela insang.

Utami *et al*. (2017) menjelaskan bahwa hiperplasia lamela pada insang ikan merupakan salah satu usaha untuk pertahanan tubuh terhadap adanya infestasi benda asing. Adanya kerusakan jaringan pada preparat histopatologi insang benih ikan pada penelitian ini diduga diakibatkan oleh adanya infestasi parasit yang tidak dilakukan identifikasi lebih lanjut. Hal tersebut diperkuat dengan terlihatnya parasit pada preparat histopatologi insang pada penelitian ini (Gambar 1B, 1D dan 1E). Hiperplasia biasa terjadi disertai dengan peningkatan jumlah sel mucus di dasar lamella yang akan menyebabkan adanya fusi lamela. Fusi lamella tersebut dapat menyebabkan gangguan pada difusi gas (Robert, 2001).



Gambar 1. Histopatologi Insang. (A) Psm: proliferasi sel mukus, Els: edema lamela sekunder, Hsls: hiperplasia lamela sel sekunder; (B) Fls: fusi lamela sekunder, P: parasit, T: telangiektasis, Elp: edema lamela primer, Hslp: hiperplasia lamela primer; (C) K: kongesti; (D)Htls: hipertropi lamela sekunder; (E) Nls: nekrosis sekunder, Nlp: nekrosis lamela primer.

Sudaryatma & Eriawati (2012), pada pengamatan histopatologis insang ikan hias air laut yang terinfestasi *Dactylogyrus* sp. melihat bahwa adanya perlekatan anchor parasit pada insang dapat menyebabkan stimulasi dan peningkatan sekresi sel mucus, dimana keadaan tersebut merupakan reaksi pertahanan yang terjadi pada lamela yang berupa pertumbuhan sel-sel epithelia pada lamella insang yang sangat cepat (hiperplasia). Juanda & Edo (2018), menambahkan bahwa hiperplasia pada organ insang dapat dikenali dengan jaringan yang membengkak dan sudah tidak jelas bentuk struktur sel di dalamnya, namun masih memiliki epitel jaringan. Hiperplasia juga membuat lamela insang terlihat lebih besar dari kondisi normalnya sehingga tidak terlihat jelas perbedaan antara lamela primer dan sekundernya (Jamin & Erlangga, 2016).

Sel mucus yang terus menerus mengalami proliferasi, maka akan menyebabkan fusi pada lamella sekunder (Gambar 1B). Fusi yang terjadi pada jaringan insang dapat dilihat dari rusaknya lamela sekunder insang akibat meleburnya dua atau lebih jaringan epihtelium lamela sekunder (Juanda & Edo, 2018). Menurut Utami *et al*. (2017), fusi pada lamela sekunder mengakibatkan lamela tidak dapat berfungsi dengan sempurna karena lakuna yang berisi sel darah merah tertutup oleh sel-sel epitel lamela sekunder yang rusak.

Edema yang terjadi pada lamela primer dan lamela sekunder (Gambar 1) ditandai dengan adanya pembengkakan sel pada jaringan lamela. Kejadian edema yang muncul pada penampang histopatologi insang diakibatkan insang mengalami kerusakan akibat infiltrasi cairan ke dalam jaringan yang terakumulasi dan menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah, sehingga mengalami pembengkakan. Pembengkakan pada beberapa ruang pada organ tersebut akhirnya akan menyebabkan ketidakseimbangan tekanan osmosis darah. Maftuch *et al*. (2017) menjelaskan bahwa edema dapat juga mengakibatkan korosi yang terjadi di lamela sekunder dan keberadaan trombosit yang tidak tampak sehingga lamela terlihat kosong dan berisi cairan. Jika kejadian edema ini terjadi secara terus menerus dapat pula mengakibatkan kematian sel (nekrosis) karena tidak mampu untuk memperbaiki kerusakan jaringan yang ada. Wikiandy *et al*. (2013), menggolongkan kerusakan jaringan berupa edema, hiperplasia dan hipertropi ke dalam kerusakan dengan tingkat ringan, sedangkan kongesti dan hemoragi termasuk ke dalam kerusakan dengan tingkat sedang. Edema, fusi lamela dan hiperplasia pada insang ikan juga diketahui dapat diakibatkan oleh suhu perairan yang tinggi dan adanya polusi atau zat cemar berupa asam, ammonia, logam berat dan pestisida (Saputra, 2013).

Kongesti pada jaringan insang dapat diketahui dengan adanya akumulasi darah yang menyebabkan pembengkakan (Gambar 1C dan 1D). Kongesti dapat terjadi akibat dari penurunan aliran darah pada pembuluh vena dan peningkatan volume darah di pembuluh yang terletak di lamella insang, dimana kejadian tersebut selanjutnya menyebabkan kongesti eritrosit pada saluran marginal (telangiektasis) (Maftuch *et al*., 2017). Telangiektasis (Gambar 1B) merupakan pelebaran pembuluh darah kapiler yang terjadi akibat adanya pembendungan lamela sekunder dan terjadi pembesaran ujung lamela sekunder yang bersifat permanen sehingga tampak seperti gelembung balon (Juanda & Edo, 2018; Kasvarin *et al*., 2022). Mora *et al*. (2022) menjelaskan bahwa telangeaktasis terjadi saat adanya ketidakseimbangan antara penyerapan oksigen dengan pertukaran karbondioksida sehingga kebutuhan akan oksigen meningkat. Robert (2001), menambahkan kejadian khas ini biasa 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. Kerusakan jaringan yang berupa telangiektasis pada penelitian ini diduga akibat kandungan ammonia yang melebihi nilai kelayakan untuk produksi ikan nila (Tabel 2) dan adanya infestasi parasit (Gambar 1B, 1D dan 1E), selain itu diperkuat juga dengan gejala klinis benih ikan yang merupakan ciri-ciri ikan yang terserang parasit dan bakteri (Tabel 1). Wikiandy *et al*. (2013) menjelaskan bahwa semakin lama paparan bahan pencemar yang mengenai organ, salah satunya ammonia akan berpengaruh pada kerusakan organ tersebut dan akan terlihat jelas melalui pengamatan histopatologi. Insang merupakan salah satu organ ikan yang berkontak langsung dengan perairan dan merupakan jalan pertama masuknya berbagai macam partikel tersuspensi di perairan.

Hipertropi (Gambar 1D) merupakan suatu keadaan yang ditandai dengan membengkaknya atau membesarnya suatu jaringan akibat ukuran

sel yang bertambah besar. Elahee & Bhagwant (2002) menjelaskan bahwa hipertropi dan hiperplasia merupakan awal terjadinya nekrosis. Nekrosis pada jaringan insang dapat ditandai dengan rusaknya lamela sehingga bentuknya sudah tidak sempurna lagi (Juanda & Edo, 2018). Wulansari *et al*. (2020), menambahkan bahwa ikan mas yang diduga terinfestasi ektoparasit *Gyrodactylus* menunjukkan histopatologi insang berupa hiperplasia, hipertropi dan hemoragi. Kerusakan jaringan yang terjadi pada ikan yang terinfestasi parasit tersebut merupakan salah satu upaya ikan dalam mempertahankan diri atau awal dari timbulnya respon imun. Hooklet pada *Gyrodactylus* akan menggerus sel mucus yang ada pada insang dan merusak sel epitel ikan sehingga akan menyebabkan perubahan morfologi dan histopatologis kulit dan insang ikan yang diserang.

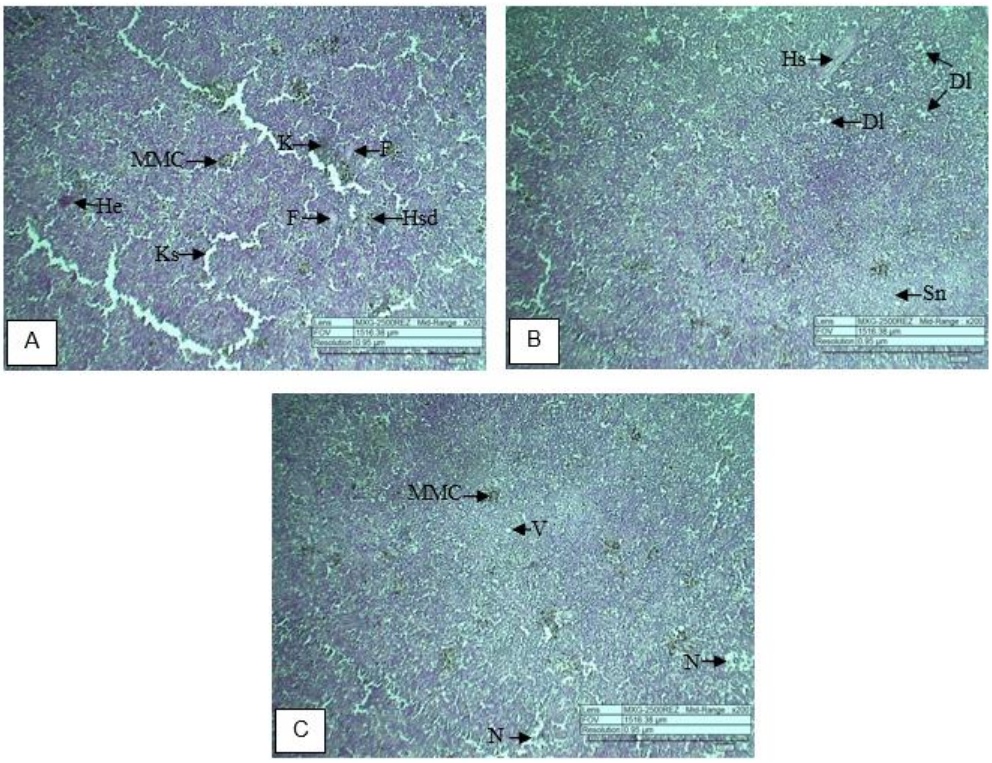
Histopatologi Organ Hati

Berdasarkan pengamatan histopatologi, didapatkan beberapa kerusakan jaringan hati, yaitu adanya pusat melano makrofag (MMC), hemoragi, kongesti, fibrosis, kongesti pada sinusoid, adanya hemosiderin, degenerasi lemak, vakuola dan nekrosis (Gambar 2). Organ hati merupakan organ utama dari berbagai jalur metabolisme. Hati juga merupakan salah satu organ yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan dengan indikator pada perubahan bentuk, struktur biokimia dan fisiologinya. Struktur utama hati adalah sel hati atau hepatosit. Hepatosit (sel parenkim hati) bertanggung jawab terhadap peran sentral hati dalam metabolisme. Hati juga merupakan salah satu organ utama sebagai pertahanan terhadap invasi bakteri dan agen toksik (Laily *et al*., 2018). Hasil penelitian Puntoriero *et al*. (2018) yang dilakukan dengan menganalisis histologi hati ikan *Odontesthes bonariensis* yang bersifat euryhalin di Danau Chasico Provinsi Buenos Aires memperlihatkan adanya beberapa kerusakan jaringan, diantaranya adalah adanya degenerasi seluler dan fokal nekrosis yang dapat menghambat sintesis protein, disagregasi mikrotubulus dan pengendapan parsial pada sitoplasma dan inti.

Sales *et al*. (2017) berpendapat bahwa pusat melano makrofag pada ikan merupakan kelompok sel fagosit yang mengandung pigmen seperti melanin, hemosiderin dan lipofuscin. Selanjutnya ditambahkan bahwa sel-sel tersebut banyak terkonsentrasi di ginjal, kepala, hati dan limpa. Peningkatan intensitas hemosiderin dalam MMC ikan nila hitam dikaitkan dengan proses inflamai yang dipicu oleh infestasi mikroorganisme. Pusat melaomakrofag juga dikenal sebagai agregat makrofag yang ditandai dengan adanya pigmen gelap, termasuk melanin, terjadi di dekat pembuluh darah atau saluran empedu dan hepatopankreas hati (*bile ducts*) dan tersebar melalui parenkim hati (Fahmi *et al*., 2019). Adanya MMC pada jaringan hati berhubungan dengan sistem kekebalan tubuh ikan, dimana jumlahnya akan meningkat seiring dengan peningkatan umur dan adanya infeksi penyakit.

Vakuola lemak yang terlihat pada penampang organ hati merupakan akibat dari metabolisme lipid yang mengalami kegagalan sehingga lemak menumpuk di dalam jaringan dan tidak bisa di sekresikan (Santos *et al*., 2022). Vakuola-vakuola yang berisi lemak tersebut juga dapat 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). Juanda & Edo (2018), menambahkan bahwa degenerasi lemak merupakan suatu respon lanjut dari degenerasi hidropis yang terjadi akibat dari banyaknya akumulasi lemak di dalam sel sehingga sel kehilangan kemampuan untuk melakukan metabolisme dari akumulasi lemak. Jika kejadian degenerasi tersebut terus menerus terjadi pada sel maka akan berlanjut menjadi kongesti.

Kongesti adalah gangguan pada peredaran darah akibat peningkatan volume darah di kapiler darah. Kongesti dapat ditandai dengan adanya pembendungan aliran darah. Pembendungan tersebut menyebabkan oksigen dan zat-zat gizi yang terkandung dalam darah tidak terdistribusikan dengan baik sehingga jaringan akan mengalami mal nutrisi. Jika pembendungan tersebut terus menerus terjadi dan berada pada tingkat yang paling berat akan menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan terjadi kebocoran darah dari sistem peredaran kardiovaskuler dan pada akhirnya akan terjadi nekrosis.



Gambar 2. Histopatologi Organ Hati Benih Ikan Nila Hitam. (A) MMC: melano macrophage center, He: hemoragi, K: kongesti, F: fibrosis, Ks: kongesti sinusoid, Hsd: hemosiderin; (B) Dl: degenerasi lemak, Sn: sinusoid; (C) V: vakuola, N: nekrosis.

Sinusoid adalah pembuluh darah yang berliku-liku yang dikelilingi oleh sel endotel yang membentuk sitoplasma yang sangat tipis yang dipisahkan oleh ruang perisinoid serta mempunyai inti sel yang memanjang dan menonjol ke dalam lumen sinusoidal (Gambar 2B). Menurut Fahmi *et al*. (2019), dilatasi sinusoid mengakibatkan zat makanan mengalir di dalam sinusoid, menembus dinding endotel yang tidak utuh dan berkontak langsung dengan hepatosit. Dilatasi sinusoid dapat terjadi karena adanya tekanan pada dinding sinusoid karena adanya zat toksik.

Santos *et al*. (2022) menerangkan bahwa kongesti pada sinusoidal akan 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. Selanjutnya Juanda & Edo (2018), menambahkan bahwa fibrosis pada histopatologi hati ikan dapat ditandai dengan adanya serabut-serabut yang menebal dan berlebihan. Selain itu, kongesti yang terjadi membuat pembuluh darah dan sinusoid menjadi tersumbat oleh sel darah merah, terutama di vena sentral (Santos *et al*., 2022).

Hemoragi yang terlihat pada penampang preparat histopatologi hati dapat ditandai dengan adanya bercak darah di pembuluh darah (Gambar 2A). Fahmi *et al*. (2019) menjelaskan bahwa perdarahan yang terjadi pada jaringan dapat diakibatkan oleh meningkatnya zat toksik yang secara fisiologis teradapat di dalam jaringan tersebut. Selain itu, hemoragi juga dapat diakibatkan oleh toksisitas parasit yang dikeluarkan saat menginfeksi inang sehingga mengganggu sistem peredaran darah. Diba & Rahman (2018), menambahkan bahwa kerusakan jaringan hati berupa kongesti dan hemoragi juga terjadi pada ikan cakalang yang diketahui terinfetasi cacing endoparasit.

Nekrosis yang terjadi dapat ditandai dengan rusaknya jaringan dan terjadi kematian sel hati (Gambar 2C). Kejadian nekrosis pada hati ikan dapat diakibatkan oleh dua faktor utama, yaitu adanya bioagen (virus, jamur, bakteri dan

pararasit) dan gangguan peredaran darah yang mempengaruhi suplai darah ke jaringan (Maftuch *et al*., 2017). Fahmi *et al*. (2019), menambahkan nekrosis merupakan tahap lanjut dari degenerasi sel karena terlalu banyak bahan yang harus diserap oleh sel hepatosit sehingga menyebabkan kematian sel yang terjadi secara bersamaan dengan pecahnya membran plasma. Hal tersebut terjadi jika lemak disimpan dalam jumlah besar sehingga mengakibatkan kematian sel-sel hati. Kerusakan jaringan berupa nekrosis termasuk ke dalam kerusakan tingkat berat (Wikiandy *et al*., 2013). Tarigan *et al*. (2017) mencatat bahwa ikan nila yang diinjeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* mempunyai kelainan berupa melanomakrofag, nekrosis dan degenerasi pada jaringan organ hati.

Kerusakan sel hati dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu kerusakan akibat patologis dan mal nutrisi. Kerusakan patologis biasanya disebabkan oleh adanya pengaruh langsung dari agen penyebab toksik, baik berupa bahan kimia atau bakteri. Sedangkan kerusakan akibat mal nutrisi disebabkan oleh faktor yang berperan penting dalam kehidupan sel seperti oksigen dan zat makanan. Kerusakan yang terjadi pada jaringan hati benih ikan nila hitam pada penelitian ini diduga karena adanya infestasi parasit yang terlihat pada histopatologi insang (Gambar 1B, 1D dan 1E) dan gejala klinis morfologi benih yang menunjukkan ciri-ciri ikan terinfestasi parasit dan bakteri. Kadar ammonia yang melebihi dari nilai yang dipersyaratkan untuk budidaya ikan nila juga diduga menyebabkan kerusakan histopatologi organ hati benih ikan nila karena hati merupakan organ yang sangat rentan terhadap pengaruh berbagai zat kimia dan menjadi sasaran utama dari efek toksik zat tersebut. Zat-zat racun yang masuk ke dalam tubuh melalui penyerapan sel epitel usus halus akan dibawa ke hati melalui vena porta hati dan disaring sebelum diedarkan ke seluruh tubuh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis histopatologi jaringan insang menunjukkan adanya proliferasi sel mucus, edema lamela primer dan sekunder, hiperplasia lamela primer dan sekunder, fusi lamela sekunder, telangiektasis,kongesti, hipertropi lamela sekunder, nekrosis lamela primer dan sekunder serta adanya inventasi parasit. Sedangkan pada jaringan hati adanya pusat melano makrofag (MMC), hemoragi, kongesti, fibrosis, kongesti pada sinusoid, degenerasi lemak, vakuola dan nekrosis. Saran pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian identifikasi parasit dan penyakit pada benih ikan nila hitam pada lokasi yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Pertanian Negeri Kupang yang telah membiayai penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Muhammad Fajar Panuntun sebagai teknisi laboratorium yang telah membantu penelitian ini sehingga berjalan dengan lancar. Tidak lupa juga penulis ucapkan kepada Bapak Nalle sebagai pemilik kolam pembenihan ikan nila hitam di Batuplat.

REFERENSI

Afifah, B., Abdulgani, N. & Mahasri,G., 2014, Efektifitas perendaman benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dalam larutan perasan daun api-api (*Avicennia marina*) terhadap penurunan jumlah *Trichodina* sp. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(2):58-62.

Afriani, D. T, 2016, Peranan *Pembenihan Ikan dalam Usaha Budidaya Ikan*, *Jurnal Warta* Edisi 49.

Ariyanto, E., Anwar, S. & 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.

BSNI. 2009, SNI No 7550:2009, Produksi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker) Kelas Pembesaran di Kolam Air Tenang. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

Diba, D.F. & Rahman, W.E., 2018, Gambaran histopatologi hati, lambung dan usus ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang terinfestasi cacing endoparasit, *Octopus*, 7(2): 24-30.

Effendi, 2003, Telaah Kualitas Air, IPB Press.

Elahee, K.S & Bhagwant, S, 2002, Pathology Gill Lession in Two Edible Lagoon Fish Spesies, Mulloidichthys flavolibeatus and Mugis cephalus, From The Bay of Poudre d'Or, Mauritus, Western Ocean. *J. Mar Sci*, 1(1):32-42.

Fahmi, U., Andriani, I., Salmah, S., Hatta, T.H.,Omar, S.B.A & Sari, D.K., 2019, Histopathology of liver and intestine of pangkilan bare fish (*Oryzia matanensis*) polluted by nickel and iron in Lake Matano, South Sulawesi, *IOP Conf. Series: Earth and*

Environmental Science 370 012078/Makassar.

Firdausi, A.P., Rahman, Mahadhika, R. & Sumadikarta, A., 2020, Protozoa ektoparasitik pada ikan Koi *Cyprinus carpio* di Daerah Sukabumi, *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 8(1):50-57.

J, S. J., Andayani, S., Couteau, J., Risjani, Y., & Minier, C., 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.

Jamin & Erlangga. 2016. Pengaruh insektisida golongan organofosfat terhadap benih ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*, Bleeker): analisis histologi hati dan insang, *Acta Aquatica*,3(2):46-53.

Juanda, S.J. & Edo, S.I., 2018, Histopatologi insang, hati dan usus ikan lele (*Clarias gariepinus*) di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, *Saintek Perikanan*, 14(1):23-29.

Juanda, S.J. & Edo, S.I., 2021, Histopatologi organ usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diambil dari pembudidaya ikan di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, *JVIP*, 1(2):20-24.

Juanda, S.J., Sianturi, I.T., Kamlasi, Y. & Panuntun, M.F., 2022, Hematologi dan histopatologi insang ikan lele hasil budidaya pembudidaya lokal di Noekele, Kabupaten Kupang Timur, *Bio-Edu*, 7(3):190-198.

Juanda, S.J., Lukmini, A., Rahman, I.S. & Rizka, R.R., 2023, Histopatologi dan hematologi ikan lele hasil perbenihan di Airnona, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Galuh Tropika*, 12(3):282-294.

Kasvarin, T. L., Handayani & Syahputra, F., 2022, Histologi insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara pada media bersalinitas dengan penambahan kalsium cangkang langkitang (*Faunus ater*), *Jurnal TILAPIA*, 3(1):17-27.

Laily, Z., Rifqiyati, N., & Kurniawan, A.P., 2018, Keanekaragaman odonata pada habitat perairan dan padang rumput di Telaga Madirda, *Jurnal MIPA*, 42(2):105-110.

Lestari, W. P., Wiratmini, N.I. & Dalem, A.A.G.R., 2018, Struktur histologi insang ikan mujair (*Oreochromis mossambicus* L.) sebagai indikator kualitas air lagoon Nusa Dua, Bali, *SIMBIOSIS*, 6(2):45-49.

Maftuch, E., Sanoesi, I., Farichin, B.A., Saputra, L., Ramdhani, S., Hidayati, N., Fitriyah & Prihanto, A.A, 2017, Histopathology of gill, muscle, intestine, kidney and liver on *Myxobolus* sp. infected koi carp (*Cyprinus carpio*), *Parasitic Diseases*, 42(1):137-143.

Mandia, S., S. Susanti & Maharani, A.D., 2020, Indikator Histopatologi Pencemaran Air pada Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L), Bioconcetta, 6(2):72-78.

Maldonado, M.I.G., Satiago, M.A.R., Vargas, F.G., Soto, M.N. & Soares, F., 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 Pasific Coast. *Latian American Journal of Aquatic Research*, 46(5):961-968.

Marlina, E. & Rakhmawati, 2016, Kajian kandungan ammonia pada budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan teknologi akuaponik tanaman tomat (*Solanum lycopersicum*), *Proseding Seminar Nasional Tahunan ke-V, Hasil-hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*, Universitas Diponegoro, Semarang.

Minaka, A., Sarjito dan Hastuti, S., 2012, Identifikasi agensia penyebab dan profil dan darah ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang terserang penyakit bakteri, *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1):249-263.

Mohammadi, F., Mousavi S.M. & Rezaie, A., 2012, Histopathological study of paracitic infestation of skin and gill on oscar (*Astronotus ocellatus*) and discus (*Symphysodon discus*), *AACL Bioflux*, 5(1):88-93.

Mora, L., Muttaqien, Zainuddin, Salim, M.N., Winaruddin & Jalaluddin, M., 2022, Gambaran histopatologi insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terpapar parasit *Dactylogyrus* sp, *JIMVET*, 6(3):74-82.

Pardamean, E.S., Syawal, H. & Riauwaty, M., 2021, Identifikasi bakteri patogen pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara dalam keramba jaring apung, *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 26(1):26-32.

Pattipeiluhu, S., Laimeheriwa, B.M. & Lekatompessy, A.P., 2022, *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6(3):6-13.

Puntoriero, M.L., Cirelli, A.F. & Volpedo, A.V., 2018, Histopathological changes in liver and gills of *odontesthes bonariensis* inhabiting lake with high concentrations of arsenic and fluoride (Chasico Lake, Buenos Aires Province), *Rev. Int. Constan.Ambie*, 34(1):69-77.

Putra, K.A., Saifullah & Putra, A.N., 2016, Pengaruh probiotik terhadap nilai amoniak pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*), *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(1):61-66.

Ramudu, K. R., Shivan, S., Sanil, N.K., Sharma, S.R., Vijayagopal, P., Suresh Babu, P.P.S, Anuraj, A., Navanath, K., Rao, B.R & Loka, J., 2020, Histopathological changes in the gills associated with *Dactylogyrus* spp. infestation in orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides* reared in sea cages, *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 9(8):01-08.

Raudiah, E. Prasetio, Farida & Sudarto, T., 2021, Identifikasi bakteri patogen pada ikan ringau (*Datnioides microlepis*) yang dilalulintaskan di Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Pontianak, *Jurnal Ruaya*, 9(2):62-69.

Robert, R.T. 2001. Fish Pathology. Edisi III. W.B. Saunders. London Edinburg. Philadelphia, St. Louis, Sydney, Toronto. 472 hlm.

Sales, C.F., Silva, R.F., Amaral, M.G.C., Domingos, F.F.T., Ribeiro, R.I.M.A., Thome, R. G. & Santos, H.B., 2017, Comparative histology in the liver and spleen of three species of freshwater teleost, *Neotropical Ichthyology*, 15(1): e160041.

Saputra, H.M., Marusin, N. & Santoso, P., 2013, Struktur histologis insang dan kadar hemoglobin ikan asang (*Osteochilus hasseltii* C.V) di Danau Singkarak dan Maninjau, Sumatera Barat, *J. Bio.UA*,2(2):138-144.

Santos, R. M.B., Monteiro, S.M.V., Cortes, R.M.V., Pacheco, F.A.L. & Fernandes, L.F.S., 2022, Seaseonal 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.

Sari, W., Okavia, I.W., Cerianna, R. & Sunarti, 2016, Struktur mikroskopis hati ikan seurukan (*Osteochilus vittatus*) dari Sungai Krueng Sabee Kabupaten Aceh Jaya yang tercemar limbah penggilingan bijih emas, *Jurnal Biotik*, 4(1):33-40.

Setyawan, A. C., Sukenda, S. & Nuryati, S., 2015, Status kesehatan ikan sidat (*Anguilla* sp.) pada perairan umum dan wadah pemeliharaan sementara, *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(1):69-77.

Sudaryatma, P.E. & Eriawati, N.N., 2012, Histopatologi insang ikan hias air laut yang terinfestasi *Dactylogyrus* sp., *Jurnal Sain Veteriner*, 30(1): 68-75.

Strzyzewska, E., Szarek, J & Babinska, I., 2016, Morphologic evaluation of the gills as a tool in the diagnostic of pathological conditions in fish and pollution in the aquatic environment: a review, *Veterinarni Medicina*, 61(3): 123-132.

Tarigan, L.A., Desrina & Sarjito, 2017, Pengaruh perendaman ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tabacum*) terhadap kelulushidupan dan histopatologi hati ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*, *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3):150-158.

Utami, I.A.N.S., Ciptojoyo, A.A.A. & Wiadnyana, N. N., 2017, Histopatologi insang ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang terinfestasi trematoda monogenea. *Media Akuakultur*, 12(1): 35-43.

Wikiandy, N., Rosidah & Herawati, T., 2013, Dampak pencemaran limbah industri tekstil terhadap kerusakan struktur organ ikan yang hidup di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum bagian hulu, *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(3):215-225.

Wirawan, I.K.A., Suryani, S.A.M.P. & Arya, I.W., 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.

Wulansari, P.D., G. Mahasri & Koesnoto, 2020, Patogenesis *Gyrodactylus*: penenetuan derajat infestasi, pengamatan gejala klinis dan patologi insang ikan mas (*Cyprinus carpio*), *Journal of Aquaculture and fish Health*, 9(1):75-80.

Yandi, I., Kayis, K. & Er, A., 2017, Histopathological *Effect of Etiological and Non-Etiological Agents in Some Fish Gills*, *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(1a):995-1000.