

HEMATOLOGI DAN HISTOPATOLOGI INSANG IKAN LELE HASIL BUDIDAYA PEMBUDIDAYA LOKAL DI NOEKELE, KABUPATEN KUPANG TIMUR

Shobikhuliatul Jannah Juanda^{*1}, Ion Tarsardo Sianturi², Yusuf Kamlasi³, Muhammad Fajar Panuntun⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85011

Received 20 November 2022

Revised 30 November 2022

Accepted 2 Desember 2022

Published 5 Desember 2022

Corresponding Author

Shobikhuliatul Jannah Juanda,
shelbyshelby1017@gmail.com

Distributed under



CC BY-SA 4.0

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the haematological and histopathological of the Catfish gills cultured in Noekele, East Kupang, East Nusa Tenggara. The fish samples used were catfish taken randomly as many as 80 individuals from the rearing pond owned by local farmers in Noekele, then taken to the laboratory for measurement of length and weight, morphological abnormalities observation, preparation of fish blood smears and collection of gills for histological preparation. The observation of morphological abnormalities showed body lesion (90%), one ventral fins (31.3%), one pectoral fins (28.8%), dull and pale body colors (100%). Erythrocyte cell damage on haematological observation on blood smear were tear drop shaped, fusion, lacerated membrane, nuclear extrusion, blebbed nuclei, sperocytes (deformed cells), lysis and shrinking erythrocytes. Based on histopathological analysis, gill's damage were secondary lamella edema, primary lamella vacuoles, secondary lamella necrosis, epithelium lifting, secondary lamella fusion. Loss of lamella structure, hyperplasia and presence of parasites.

Keywords:

Hematological; Histopathology; Catfish; Gill; Noekele

1 PENDAHULUAN

Usaha budidaya ikan lele di Kota Kupang saat ini terus mengalami perkembangan seiring meningkatnya hasil produksi ikan disertai naiknya tingkat konsumsi ikan lele di masyarakat. Dengan adanya peningkatan konsumsi ikan lele, menjadi trigger para pembudidaya ikan untuk melakukan budidaya ikan secara intensif. Lokasi budidaya ikan yang dulunya lebih banyak terfokus di Kota Kupang, bahkan saat ini sudah merambah ke Kabupaten Kupang, salah satunya adalah di Noekele, Kelurahan Tuatuka, Kabupaten Kupang Timur.

Budidaya ikan yang semakin intensif bukan tidak mempunyai faktor penghambat. Menurut Rustikawati (2012), semakin intensif suatu kegiatan budidaya ikan, maka akan semakin tinggi tingkat prevalensi infeksi penyakit yang akan menyerang ikan budidaya tersebut. Infeksi penyakit merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan produksi ikan. Adanya infeksi penyakit diketahui dapat menyebabkan masalah yang serius dalam usaha budidaya ikan. Infeksi penyakit dengan intensitas serangan yang tinggi dapat mengakibatkan wabah yang mematikan dan kerugian dalam jumlah besar.

190 | **How to cite this article (APA):** 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: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(3), 190-198. doi: <https://doi.org/10.32938/jbe.v7i3.3596>

Menurut Afriani (2016), pengamatan terhadap kesehatan ikan harus dilakukan sedini mungkin agar tidak menimbulkan pengaruh terhadap ikan yang sedang dibudidayakan. Pemeriksaan kesehatan yang dapat dilakukan untuk melihat status kesehatan ikan antara lain pengamatan visual, mikroskopik, bakteriologi dan virologis. Diagnosa awal yang dilakukan untuk mendiagnosis penyakit infeksi pada ikan adalah memperhatikan tanda-tanda klinis yang meliputi ciri-ciri eksternal maupun internal serta perubahan patologisnya. Ciri-ciri eksternal yang dapat diamati meliputi abnormalitas pada kenampakan morfologi ikan, sedangkan ciri internal yang diamati beberapa diantaranya adalah parameter hematologi dan histopatologi organ ikan.

Darah ikan merupakan variabel yang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan perairan, sehingga sangat cocok untuk digunakan sebagai alat diagnostik pemantauan kesehatan ikan (Sesques dan Johnson, 2017; Fazio, 2019). Pengamatan kerusakan pada gambaran histologi organ ikan merupakan salah satu metode pemeriksaan untuk mendeteksi efek agen iritan dan patogen pada lingkungan hidup ikan karena pemeriksaan tersebut ditujukan untuk melihat perubahan jaringan yang memungkinkan terjadinya abnormalitas jaringan (Mustafa *dkk.*, 2017; Safratilofa, 2017).

Informasi tentang hematologi dan histopatologi ikan telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian sebelumnya tentang pengamatan hematologi pada ikan bandeng di Kecamatan Alas-Nusa Tenggara Barat yang dilakukan Utama *dkk.* (2017), menunjukkan adanya kelainan pada sel eritrosit, yaitu *nuclear extrusion*, *binucleus*, *notched nucleus* dan *lobed nucleus* dan tidak menemukan kelainan pada sel leukosit dan trombosit. Sedangkan penelitian sebelumnya tentang pengamatan histopatologi pada ikan lele di Kota Kupang yang dilakukan Juanda dan Edo (2018), menunjukkan adanya kerusakan yang terjadi pada organ insang, diantaranya adalah telangektasis, nekrosis, edema, hiperplasia, perhimpitan lamela sekunder, fusi, hemoragi, kongesti dan jaringan yang lepas. Namun, informasi tentang gambaran hematologi dan kerusakan jaringan insang ikan lele di Kabupaten Kupang masih sangat minim. Padahal informasi tersebut dapat digunakan untuk pemantauan kualitas air dan penanggulangan terhadap serangan penyakit serta antisipasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran hematologi dan histopatologi organ insang ikan lele hasil budidaya di Noekele, Kabupaten Kupang Timur, Nusa Tenggara Timur.

2 METODE

Sampel ikan yang digunakan adalah ikan lele hidup yang diambil secara acak sebanyak 80 ekor dari kolam pembesaran milik pembudidaya lokal di Noekele, Kalurahan Tuatuka, Kabupaten Kupang Timur, Nusa Tenggara Timur. Sampel yang telah diambil selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengukuran panjang dan berat, pengamatan abnormalitas morfologi ikan, pembuatan apusan darah ikan dan pengambilan sampel organ insang yang selanjutnya dilakukan preparasi histologi. Morfologi ikan yang diamati meliputi bentuk tubuh, sirip, sisik dan kelainan lainnya.

Sebelum dilakukan pembuatan apusan darah, sampel ikan dipingsankan dengan cara menambahkan 2-3 tetes minyak cengkeh ke dalam media air. Setelah dipastikan pingsan, ikan diambil darahnya pada bagian linealateralis sampai menyentuh tulang dengan menggunakan spuid yang sebelumnya sudah diberi antikoagulan. Pembuatan apusan darah dilakukan

dengan menggunakan dua buah objek glass (objek glass A dan B). Darah yang ada pada spuid di tetapkan pada salah satu sisi objek glass A, kemudian salah satu sisi objek glass B ditempelkan pada tetesan darah tersebut dengan kemiringan sudut 45°. Kemudian objek glass B ditarik ke sisi lainnya dari objek glass A dan didorong lagi ke arah yang berlawanan dengan cepat, kemudian preparat dikeringanginkan. Preparat apusan darah yang sudah keringangin kemudian ditetesi dengan methanol secara merata, kemudian dikeringanginkan kembali. Setelah keringangin, preparat diwarnai dengan pewarna giemsa (10%) dan dikeringanginkan kembali. Setelah kering, preparat kemudian difiksasi dengan aquades dan ditunggu hingga kering. Selanjutnya preparat diamati di bawah mikroskop (Hirox *digital microscope* KH-8700) dengan perbesaran 800x.

Organ yang diambil untuk dibuat preparat histologi adalah organ insang. Sebelum pembuatan preparat histologi, sampel dari masing-masing organ dikelompokkan sesuai dengan kesamaan abnormalitas morfologinya dan diambil perwakilan sampelnya. Organ insang diambil dengan cara membedah dan mengambil organ dengan menggunakan *dissecting set*. Insang kemudian diawetkan sesaat setelah dibedah dengan cara merendam organ dengan larutan formalin 4% yang selanjutnya dilakukan preparasi histologi. Preparasi histologi meliputi fiksasi, dehidrasi, *clearing*, *infiltrasi*, *embedding*, *sectioning*, peletakan pada object glass, *affixing*, *deparafinisasi*, *staining* (pewarnaan HE), *mounting* dan *labeling* (J dkk., 2013). Analisis histopatologi dilakukan dengan mengamati gambaran histologi pada preparat secara mikroskopik pada perbesaran 140-200 X. Gambaran struktur histopatologi dianalisis dengan melakukan perbandingan gambaran histopatologi yang didapatkan dengan referensi yang ada. Perbandingan tersebut mencakup struktur jaringan mikroskopik dari insang dan kerusakan jaringannya.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Abnormalitas Morfologi Ikan

Hasil pengukuran panjang ikan lele menunjukkan nilai panjang terendah 14,4 cm dan tertinggi 17,5 cm. Sedangkan pengukuran berat ikan menunjukkan berat terendah 17 gram dan tertinggi 28 gram. Morfologi ikan lele yang diamati mengalami beberapa abnormalitas, diantaranya terdapat luka di tubuh (90%), sirip perut hanya sebelah (31,3%), patil (sirip dada) hanya satu (28,8%), warna tubuh kusam dan pucat (100%), warna insang pucat (91,3%) (Tabel 1). Menurut Pardamean dkk., (2021), abnormalitas yang teramati seperti pada penelitian ini termasuk ke dalam kondisi ikan yang tidak sehat.

Penelitian serupa sebelumnya yang dilakukan Juanda dan Edo (2018), pada pengamatan morfologi ikan lele yang diambil secara acak dari para penjual ikan di Pasar Oeba, Kota Kupang menunjukkan beberapa abnormalitas, diantaranya adalah: bentuk tubuh ikan yang tidak proporsional, sirip dada yang panjang sebelah, sirip perut yang besar sebelah, jumlah sirip dada hanya satu, tidak mempunyai sirip perut, jumlah sirip perut hanya satu dan terdapat bercak warna kuning pada tubuh. Menurut Ariyanto dkk. (2019) dan Firdausi dkk. (2020), abnormalitas berupa sirip yang rusak seperti robek dan geripis mengindikasikan adanya infestasi parasit.

Tabel 1. Abnormalitas Morfologi Ikan Lele

Organ yang diamati	Keterangan	Jumlah (ekor)	Presentase (%)
Bentuk tubuh	Terdapat luka di tubuh	72	90
Sirip	Sirip perut hanya sebelah	25	31,3
	Patil (sirip dada) hanya satu	23	28,8
Lainnya	Warna kusam dan pucat	80	100
	Warna insang pucat	73	91,3

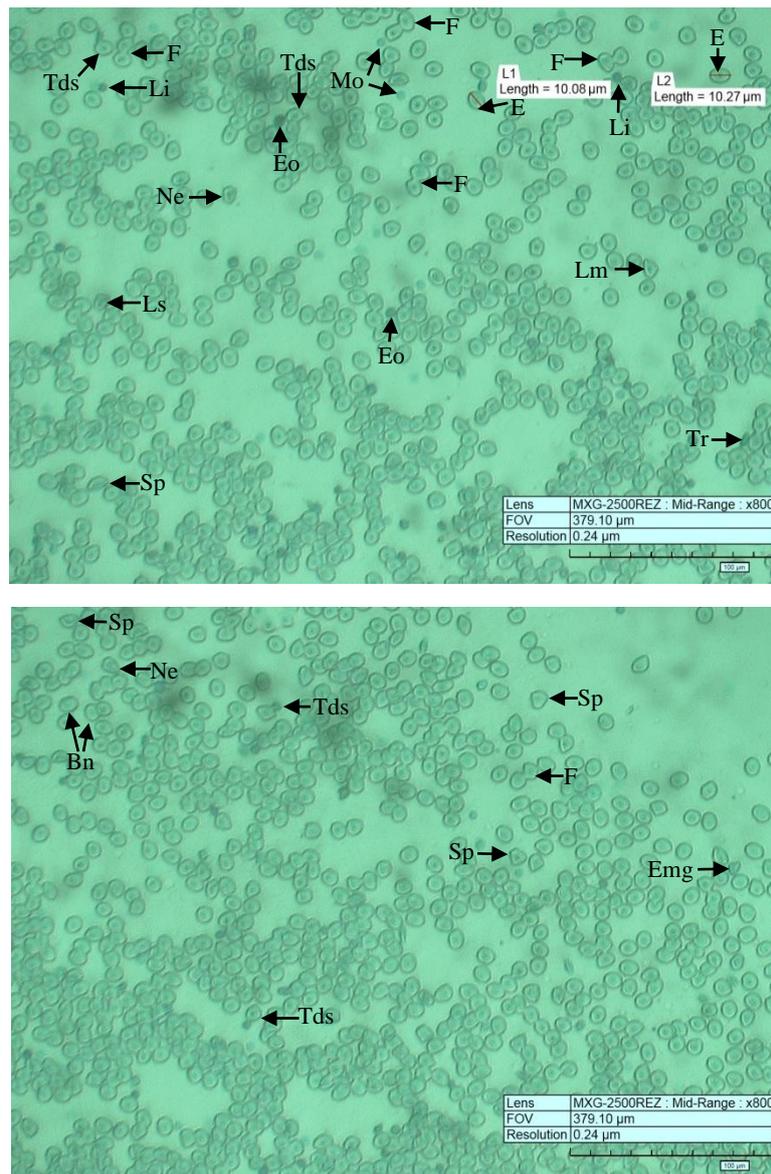
3.2 Hematologi Darah Ikan

Berdasarkan pengamatan apusan darah, dapat dilihat sel eritrosit normal dengan ukuran bervariasi antara 10,08-10,27 μm berbentuk oval dengan inti sel kecil dan bulat (Gambar 1). Kerusakan yang terlihat pada sampel apusan darah adalah *tear drop shaped*, fusi, *lacerated membrane*, *nuclear extrusion*, *blebbed nuclei*, sperosit, lisis, sel eritrosit mengkerut (Gambar 1). Kerusakan sel eritrosit berupa *Blebbed nuclei* menunjukkan sel yang mengalami sedikit pelipatan dari luar ke dalam (evaginasi) pada lapisan selubung nukleus yang menyerupai mikronukleus yang dilekatkan oleh tangkai kecil seperti benang-benang halus (Braham dkk., 2017). Sel eritrosit yang mengalami *blebbed nuclei* juga sudah pernah tercatat sebelumnya oleh Walia dkk. (2013); Kousar dan Javed (2015); Braham dkk. (2017); Selvi dan Alagesan (2017). Menurut Walia dkk. (2013), *blebbed nuclei* terjadi karena adanya nukleus muda pada tahap interfase dan diduga muncul karena kerusakan materi genetik oleh radikal bebas yang dihasilkan oleh toksikan. *Blebbed nuclei* menunjukkan adanya kebocoran, peningkatan aktivitas mitokondria dan evaginasi yang relatif kecil dari selubung nukleus yang tampak mengandung eukromatin (Selvi dan Alagesan, 2017).

Menurut Shahjahan dkk. (2020), *Tear drop shaped* merupakan kelainan eritrosit yang menunjukkan perubahan bentuk yang salah satu sisi membrannya tertarik keluar sehingga terlihat seperti puting. Lebih lanjut ditambahkan bahwa fusi yang terjadi pada sel eritrosit ditandai dengan keadaan dimana dua sel eritrosit mengalami perlekatan sehingga membentuk massa dan volume sel yang lebih berat. Kedua abnormalitas tersebut diduga dipengaruhi oleh suhu perairan, dimana semakin tinggi suhu air media pemeliharaan ikan, maka abnormalitas tersebut akan mengalami peningkatan yang signifikan. Kerusakan sel sperosit ditandai dengan gejala penipisan dan penonjolan membran sel yang diduga karena cairan sitoplasma pada eritrosit mengalami tekanan dari dalam keluar sel (Syahrial dkk., 2013).

Sel leukosit yang teramati pada sampel apusan darah adalah trombosit, monosit, eosinofil dan limfosit (Gambar 1). Menurut Hastuti dan Subandiyono (2011), adanya kenaikan sel leukosit pada sel darah ikan merupakan respon dari ikan yang mengalami stres yang diakibatkan oleh perubahan kondisi ataupun adanya kontaminan benda asing. Bentuk monosit dan limfosit sangat mirip, yang membedakannya adalah monosit mempunyai inti yang besar dan tidak berlobus. Adanya monosit pada preparat apusan darah menandakan adanya antibodi yang sedang diproduksi karena adanya patogen yang menyerang (Preanger dkk., 2016). Selain monosit, limfosit juga menghasilkan antibodi. Semakin bertambah usia hewan, maka jumlah limfosit akan semakin bertambah (Utama dkk., 2017). Jika ditemukan suatu keadaan dimana jumlah limfosit pada darah ditemukan sangat sedikit, hal tersebut diakibatkan oleh

adanya peningkatan sekresi hormon kortisol akibat stress dan lingkungan yang kurang baik (Preanger *dkk.*, 2016). Selanjutnya Preanger *dkk.* (2016), menyebutkan bahwa sel eritrosit jenis eosinofil sangat jarang terlihat dalam sirkulasi darah ikan. keberadaan eosinofil dalam darah menunjukkan adanya infestasi parasit. Hidayaturrahmah (2015), menambahkan bahwa sel eosinofil berhubungan dengan aktifitas metabolisme dan kemampuan bertahan di atas air atau dalam keadaan hipoksia. Sedangkan trombosit berhubungan dengan respon tubuh dalam proses penggumpalan darah dan penyembuhan luka, dimana jumlahnya akan meningkat apabila terdapat luka pada tubuh akibat infeksi (Pratiwi, 2019).

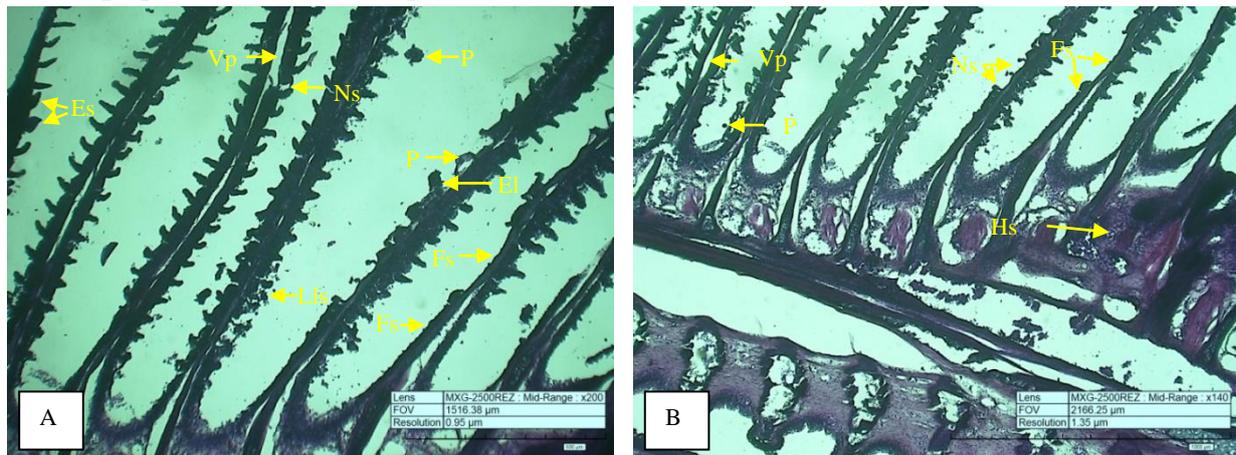


Gambar 1. Hematologi Darah Ikan Lele. (A) E: eritrosit normal; Tds: tear drop shaped; F: fusi; Li: limfosit; Eo: eosinofil; Ls: lisis; Lm: lacerated membrane; Ne: nuclear extrusion; Tr: trombosit; Sp: sperosit; Mo: monosit. (B) Bn: blebbed nuclei; Emg: sel eritrosit mengkerut. Perbesaran 800x.

3.3 Histologi Insang Ikan

Berdasarkan hasil analisis histopatologi organ insang, terdapat beberapa kerusakan jaringan, diantaranya adalah edema lamella sekunder, vakuola lamella primer, nekrosis lamella sekunder,

epithelium lifting, fusi lamella sekunder, *loss of lamella structure* (hilangnya struktur lamella), hiperplasia dan keberadaan parasit (Gambar 2).



Gambar 2. Histopatologi Insang Ikan lele. (A) Es: Edema lamella sekunder; Vp: vakuola lamella primer ; Ns: nekrosis lamella sekunder; P: parasit; El: *epithelium lifting*; Fs: fusi lamella sekunder; Lls: *Loss of lamella structure*. Perbesaran 200x. (B) Hs: hiperplasia. Perbesaran 140x.

Penelitian serupa tentang histopatologi sebelumnya telah banyak dilakukan, salah satunya Juanda dan Edo (2018), melakukan pemeriksaan kerusakan jaringan pada organ insang ikan lele yang diambil secara acak di Kota Kupang dan mencatat beberapa kerusakan jaringan insang, diantaranya adalah adanya telangeaktasis, nekrosis, edema, hiperplasia, perhimpitan lamella sekunder, fusi, hemoragi, kongesti dan jaringan yang lepas. Menurut Pertiwi *dkk.* (2017), kejadian kerusakan pada jaringan insang dapat dimulai dari kejadian hiperplasia yang terjadi secara terus menerus yang berlanjut menjadi fusi kemudian berlanjut menjadi telangiectasis dan diakhiri dengan terbentuknya vakuola yang merupakan indikasi terjadinya nekrosis.

Pembengkakan sel atau edema yang terjadi pada lamella sekunder dapat ditandai dengan adanya pembengkakan pada bagian jaringan lamella sekunder (Gambar 2A). Edema yang terjadi pada insang ikan lele diduga akibat dari adanya parasit yang menginfestasi ikan lele (Gambar 2). Hal tersebut diperkuat dengan pendapat Saputra *dkk.* (2013) dan Strzyzewska *dkk.* (2016), bahwa edema pada lamella merupakan respon dari sel untuk melindungi diri dan bertahan akibat adanya parasit yang menempel pada insang. Maftuch *dkk.* (2017), menambahkan bahwa edema yang terjadi pada jaringan lamella sekunder insang dapat juga diakibatkan adanya infiltrasi cairan ke dalam jaringan yang menyebabkan korosi yang terjadi pada lamella sekunder. Jika penyebab kejadian edema ini adalah akibat dari infiltrasi benda asing, maka akan menyebabkan sel semakin membengkak dan memicu nekrosis atau kematian sel. Respon lebih lanjut dari kejadian edema juga dapat berupa pengangkatan sel epitel (*epithelium lifting*) yang menyebabkan gangguan pada fungsi epitel, yaitu sebagai penangkap gas terlarut (Jamin dan Erlangga, 2016; Juanda dan Edo, 2018).

Fusi yang terjadi pada lamella sekunder insang dapat ditandai dengan meleburnya jaringan lamella karena adanya kerusakan pada jaringan epitel lamella sekunder (Gambar 2). Menurut Utami *dkk.* (2017), fusi pada lamella sekunder dapat mengakibatkan lamella menjadi tidak berfungsi dengan sempurna karena lakuna yang berisi sel darah merah akan tertutup oleh sel-

sel epitel lamella sekunder yang rusak. Alifia (2013), menambahkan bahwa fusi pada jaringan lamella sekunder terjadi akibat berkurangnya keelastisan sel epitel dalam menyangga organel di dalam sel sehingga menyebabkan terjadinya patahan pada lamella. Fusi pada lamella insang juga dapat mereduksi permukaan insang dan mengakibatkan kejadian hipoksia (Utami dkk., 2017). Jika kejadian fusi semakin parah, maka akan menimbulkan vakuola yang akan terlihat pada bagian sel-sel epitel lamella yang mengalami hiperplasia.

Hiperplasia dapat dikenali dengan adanya jaringan yang membengkak akibat sel yang bertumbuh semakin banyak (Gambar 2B). Menurut Juanda dan Edo (2018), hiperplasia pada jaringan insang dapat dikenali dengan jaringan yang membengkak dan sudah tidak jelas bentuk struktur sel di dalamnya, namun masih memiliki jaringan epitel yang membuatnya terlihat lebih besar dari kondisi normalnya. Kejadian hiperplasia pada insang ikan lele diduga akibat dari adanya infestasi parasit (Gambar 2). Hal tersebut didukung pendapat Utami dkk. (2017), bahwa hiperplasia merupakan salah satu usaha pertahanan diri yang dilakukan oleh ikan terhadap adanya infestasi benda asing. Hiperplasia yang terjadi secara terus menerus dapat mengakibatkan sel mucus mengalami proliferasi sehingga lamella sekunder akan saling berhimpitan dan melekat (Juanda dan Edo, 2018).

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ikan lele yang dibudidayakan oleh pembudidaya lokal di Noekele, Kabupaten Kupang Timur mengalami abnormalitas morfologi, kerusakan pada sel eritrosit dan kerusakan pada jaringan insang. Abnormalitas morfologi yang dialami ikan lele antara lain terdapat luka di tubuh (90%), sirip perut hanya sebelah (31,3%), patil (sirip dada) hanya satu (28,8%), warna tubuh kusam dan pucat (100%), warna insang pucat (91,3%). Kerusakan sel eritrosit ikan lele yang teramati pada pengamatan hematologi pada sampel apusan darah adalah *tear drop shaped*, fusi, *lacerated membrane*, *nuclear extrusion*, *blebbed nuclei*, sperosit, lisis, sel eritrosit mengkerut. Sedangkan kerusakan jaringan insang yang dilihat berdasarkan analisis histopatologi adalah edema lamella sekunder, vakuola lamella primer, nekrosis lamella sekunder, *epithelium lifting*, fusi lamella sekunder, *loss of lamella structure* (hilangnya struktur lamella), hiperplasia dan keberadaan parasit.

4.2 Saran

Hal yang dapat menjadi saran pada penelitian ini adalah diperlukan pemeriksaan kesehatan ikan berupa identifikasi ektoparasit dan endoparasit serta pengukuran parameter kualitas air pada media pemeliharaan ikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriani, D. T. 2016. Peranan Pembenuhan Ikan dalam Usaha Budidaya Ikan. *Jurnal Warta* Edisi 49. DOI: <https://doi.org/10.46576/wdw.v0i49.158>
- Alifia, F. 2013. Histopatologi Insang Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskall) Yang Tercemar Logam Timbal (Pb). *Jurnal Balik Dewa*, 4(1):38-45
- 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
- Braham, R.P., V.S. Blazer, C.H. Shaw dan P.M. Mazik. 2017. Micronuclei and Other Erythrocyte Nuclear Abnormalities in Fishes from the Great Lakes Basin, USA. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 58(8):570-581. DOI: <https://doi.org/10.1002/em.22123>
- Fazio, F. 2019. Fish Hematology Analysis as An Important Tool of Aquaculture: A review. *Aquaculture*, 500:237-242. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.10.030>
- 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>
- Hastuti, S. dan Subandiyono. 2011. Performa Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Kualitas Air Media pada Sistem Budidaya dengan Penerapan Kolam Biofiltrasi. *Jurnal Saintek Perikanan*, 6(2):1-5
- Hidayaturrahmah. 2015. Karakteristik Bentuk dan Ukuran Sel Darah Ikan Betok (*Anabas testudineus*) dan Ikan Gabus (*Chana striata*). *EnviroScienteeae*, 11:88-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.20527/es.v11i2.1628>
- Jamin dan 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. DOI: <https://doi.org/10.29103/aa.v3i2.324>
- 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
- 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>
- Kousar, S dan M. Javed. 2015. Studies on Induction of Nuclear Abnormalities in Peripheral Blood Erythrocytes of Fish Exposed to Copper. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 15:897-886. DOI: http://dx.doi.org/10.4194/1303-2712-v15_4_11
- 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 Koi carp (*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>
- 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 (*Chana striata*). *JIMVET*, 1(3): 291-298. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet.v1i3.3310>
- Pratiwi, V.A. 2019. Studi Kondisi Darah Ikan Lele Lokal (*Clarias batrachus*) di Sungai

- Tapung Kiri dan Sungai Sail Provinsi Riau. *Jurnal Skripsi Sekolah Sarjana Universitas Riau*. Pekanbaru. 7 hlm
- Preanger, C., I.H. Utama dan I.M. Kardena. 2016. Gambaran Ulas Darah Ikan Lele di Denpasar Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 5(2):96-103. DOI: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/imv/article/view/22876>
- Rustikawati, I. 2012. Efektivitas Ekstrak Sargassum sp. Terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi *Streptococcus iniae*. *Jurnal Akuatika*, III(2):125-134
- Safratilofa. 2017. Histopatologi Hati dan Ginjal Ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diinjeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2):83-88. DOI: <http://dx.doi.org/10.33087/akuakultur.v2i2.21>
- Saputra, M.H., N. Marusin dan P. Santoso. 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. DOI: <https://doi.org/10.25077/jbioua.2.2.%25p.2013>
- Selvi, A.T. dan P. Alagesan. 2017. Nuclear Abnormalities in the Blood Erythrocytes of African Cat Fish, *Clarias gariepinus* Exposed to Aluminium Chloride. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 25(5):970-976. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2017.970.976
- Sesques, P. dan N. A. Johnson. 2017. Approach to the Diagnosis and Treatment of High-Grade B-cell Lymphomas with MYC and BCL2 and/or BCL6 Rearrangements. *BLOOD*, 129(3):280-288. DOI:10.1182/blood-2016-02-636316
- Shahjahan, M., M.S. Khatun, M.M. Mun, S.M.Majharul Islam, M. H. Uddin, M. Badruzzaman dan S. Khan. 2020. Nuclear and Cellular Abnormalities of Erythrocytes in Response to Thermal Stress in Common Carp *Cyprinus carpio*. *Frontiers in Physiology*, 11:1-8. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00543>
- Syahrial, A. T.R. Setyawati dan S. Khotimah. 2013. Tingkat Kerusakan Jaringan Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Dipaparkan pada Media Zn-Sulfat ($ZnSO_4$). *Jurnal Probiot*, 2(3):181-185. DOI: <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/3892/3900>
- 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>
- Utama, I.H., Siswanto dan C. Karami. 2017. Evaluasi Sitologis Darah Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Kecamatan Alas-Nusa Tenggara Barat. *Indonesia Medicus Veterinus*, 6(5):428-435. DOI: 10.19087/imv.2017.6.5.428
- 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>
- Walia, G.K., D. Handa, H. Kaur dan R. Kalotra. 2013. Erythrocyte Abnormalities in A Freshwater Fish, *Labeo rohita* Exposed to Tannery Industry Effluent. *International Journal of Pharmacy and Biological Science*, 3(1):287-295