

**GAMBARAN HISTOPATOLOGI *Clarias gariepinus* YANG TERINFEKSI  
*Edwardsiella tarda* DI KEDIRI - JAWA TIMUR**

***Pathological Features of Infected Clarias Gariepinus With Edwardsiella Tarda In  
Kediri – East Java***

**Budi Rianto Wahidi<sup>1\*</sup> dan Novia Christi Prihartini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Teknik Penanganan Penyakit Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo,  
Jl. Raya Buncitan Kotak Pos 1 Sedati, Sidoarjo, East Java 61253, Indonesia.

<sup>2</sup>Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Surabaya I,  
Jl. Raya Buncitan Kotak Pos 1 Sedati, Sidoarjo, East Java 61253, Indonesia.

\*Korespondensi email : wachidi\_vespa@yahoo.com

**ABSTRACT**

*Clarias gariepinus* is one of the freshwater fish that is easy to culture, but is also susceptible to *Edwardsiella tarda* infection. Although this is convenient to treated, the consequences of this bacterial infection are quite detrimental. The method used in this study is a biochemical test followed by histopathological examination to observe tissue changes that occur in the *Clarias gariepinus* organ. The results showed that 5 out of 17 samples were infected with *Edwardsiella tarda* with pathological features showing edema, congestion, lymphocyte infiltration, macrophage proliferation, and necrosis in all organs.

**Key words:** *Clarias gariepinus*, *Edwardsiella tarda*, histopathology

**ABSTRAK**

*Clarias gariepinus* merupakan salah satu ikan air tawar yang mudah dibudidayakan, tetapi juga rentan terhadap infeksi *Edwardsiella tarda*. Meskipun mudah ditangani, tetapi akibat yang ditimbulkan oleh infeksi bakteri ini cukup merugikan. Metode pengujian yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji biokimia yang dilanjutkan dengan pemeriksaan histopatologi untuk mengamati perubahan jaringan yang terjadi pada organ *Clarias gariepinus*. Hasil menunjukkan bahwa 5 dari 17 ekor sampel terinfeksi *Edwardsiella tarda* dengan gambaran patologis menunjukkan terjadi edema, kongesti, infiltrasi limfosit, proliferasi makrofag, dan nekrosis pada semua organ.

**Kata Kunci:** *Clarias gariepinus*, *Edwardsiella tarda*, histopatologi

## PENDAHULUAN

Komoditas unggulan budidaya di Indonesia antara lain udang, kerapu, bandeng, mas, nila, patin, lele, gurame dan rumput laut (KKP, 2015). Program peningkatan budidaya air tawar terus digalakkan oleh pemerintah dengan mentargetkan 4.685.446 ton komoditas budidaya ikan air tawar (ikan mas, nila, lele, patin, dan gurame) (KKP, 2020). Salah satu ikan air tawar yang merupakan komoditas budidaya air tawar yang sangat digemari masyarakat adalah ikan lele karena rasa dagingnya yang enak dan gurih, pemeliharaan yang mudah dan cepat panen. Meskipun demikian, budidaya ikan lele tidak lepas dari berbagai permasalahan, salah satunya kegagalan panen akibat serangan penyakit. Infeksi penyakit muncul disebabkan terjadi gangguan keseimbangan interaksi antara ikan, lingkungan dan patogen.

Kemungkinan lain timbulnya penyakit adalah masuknya agen penyakit ikan atau patogen meskipun kondisi lingkungannya relatif baik. Salah satu penyakit bakterial yang dapat menyerang ikan lele adalah *Edwardsiella tarda* (Park *et al.* 2012). *Edwardsiella tarda* telah diidentifikasi sebagai agen penyakit pada berbagai

spesies inang, termasuk 26 spesies ikan laut, payau dan air tawar (Mohanty *and* Sahoo, 2007; Griffin *et al.* 2017). Selain dapat menginfeksi ikan, bakteri ini juga bersifat zoonosis sehingga bisa menyebabkan penyakit gastrointestinae dan ekstraintestinae pada manusia (Leung *et al.* 2012; Taguchi *et al.* 2014). *Edwardsiella tarda* dilaporkan bertanggung jawab terhadap kerugian ekonomi penting dalam industri akuakultur di sebagian besar negara di dunia (Xu & Zhang, 2014). Bakteri ini menyebabkan penyakit Edwardsiellosis yang dilaporkan juga menyerang turbot, karper di musim panas (Pridgeon & Klessius, 2012).

Secara umum, untuk mengetahui suatu infeksi penyakit dapat dilihat dari tingkah laku, gejala klinis dan perubahan patologi. Terjadinya perubahan patologi pada suatu jaringan akibat dari infeksi penyakit dapat diketahui dengan pemeriksaan histopatologi. Histopatologi dapat memberikan gambaran terkait perubahan jaringan suatu organisme yang terinfeksi penyakit. Beberapa penelitian di Indonesia telah dilakukan untuk mengetahui infeksi *Edwardsiella tarda* pada beberapa ikan air tawar, tetapi hanya sebatas identifikasi, deteksi maupun patogenitas (Narwiyani

*et al.* 2011; Rejeki *et al.* 2016; Diniarti *et al.* 2019; Rahmawati *et al.* 2021). Meskipun demikian, penelitian infeksi *Edwardsiella tarda* secara buatan dengan berbagai konsentrasi menggunakan pendekatan histopatologi yang merupakan salah satu metode gold standar dalam diagnosa penyakit telah dilakukan (Ratnawati *et al.* 2013; A'yunin *et al.* 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran patologis sampel lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* tanpa perlakuan infeksi buatan, dimana sampel ikan yang digunakan pada penelitian ini telah tertular *Edwardsiella tarda*.

## METODE PENELITIAN

### Populasi, Besar Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Sampel diperoleh dari budidaya ikan lele di Desa Sumberagung, Kecamatan Badas, Kabupaten Kediri-Jawa Timur yang sebelumnya dilaporkan telah terjadi serangan *Edwardsiella tarda* dengan tingkat kematian yang cukup tinggi. Sampel ikan diambil sebanyak 17 ekor dengan gejala klinis terinfeksi *Edwardsiella tarda* yaitu kerusakan pada sirip,

terdapat lesi pada dinding abdomen dan perut kembang,

### Pemeriksaan Ikan Uji

Sebelum dilakukan pemeriksaan histopatologi, untuk memastikan ikan lele yang diambil terinfeksi *Edwardsiella tarda* maka dilakukan sampling uji isolasi dari organ insang dan ginjal pada media media *Thioglycollate Broth* kemudian disub kultur pada media *Brain Heart Infusion Agar* (BHIA). Apabila koloni tumbuh pada media tersebut, maka dilanjutkan dengan uji biokimia menggunakan acuan Frerichs & Millar (1993).

### Pemeriksaan Histopatologi

Sampel organ (otot, limpa, insang, ginjal, hati, dan usus) ikan lele yang dinyatakan terinfeksi *Edwardsiella tarda* dipotong dengan ukuran 0,5x0,5 cm, kemudian difiksasi menggunakan *Neutral Buffer Formalin* (NBF) 10% selama 24 jam dengan perbandingan 1:10. Pembuatan sediaan histopatologi (dehidrasi, clearing, impregnasi) dilakukan menggunakan *automatic tissue processor*, dan dilanjutkan dengan *embedding*, pemotongan jaringan dengan *microtome*, dan pewarnaan menggunakan *Hematoxylin-Eosin*

(HE). Sediaan histopatologi kemudian diamati dibawah mikroskop Olympus Cx-21 dengan perbesaran 100x (Genten *et al.* 2009).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Seperti halnya penyakit lainnya, lingkungan memainkan peran penting pada terjadinya suatu infeksi penyakit. Tabel 1 menunjukkan hasil uji biokimia ikan positif dan ikan negatif *Edwardsiella tarda*. Hasil uji biokimia menunjukkan bahwa dari sampling 5

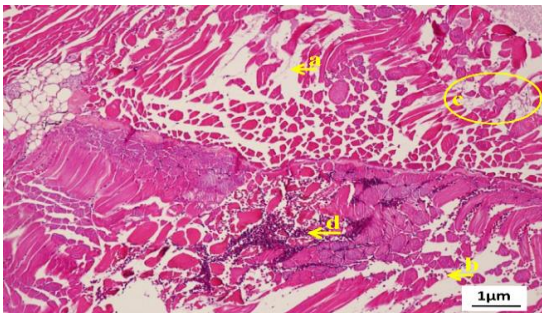
dari 17 ekor ikan semua sampel positif terinfeksi *Edwardsiella tarda*. Hal ini memperkuat laporan sebelumnya (tidak dipublikasikan) bahwa penyakit yang menyerang budidaya lele di wilayah tersebut disebabkan oleh *Edwardsiella tarda*. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa bakteri ini mudah ditanggulangi dengan pengobatan, baik menggunakan obat-obatan herbal maupun obat-obatan kimia (Shetty *et al.* 2014; Prastiti *et al.* 2015; Wahjuningrum *et al.* 2015; A'yunin *et al.* 2020).

Tabel 1. Pengujian Biokimia Bakteri *Edwardsiella tarda* \*)

Pengujian	<i>Edwardsiella tarda</i> (CRM)	Sampel (+) <i>E.tarda</i>	Sampel (-) <i>E.tarda</i>
Oksidase	-	-	-
Oksidatif/Fermentatif test	+	+	+
Katalase	+	+	+
Motility	+	+	+
Arginin dihydrolase	-	-	-
Lysin decarboksilase	+	+	+
Ornithin decarboksilase	+	+	+
Simon Citrat	-	-	-
H2S Production	+	+	-
Urease	-	-	-
Indol	+	+	-
MR	+	+	+
VP	-	-	-
Gelatin	-	-	-
Gas dari Glukosa	+	+	+
Produksi asam dari:			
Arabinosa	+	+	+
Glukosa	+	+	+
Inositol	-	-	-
Manitol	-	-	-
Sucrose	-	-	-

\*) Frerichs and Millar, 1993

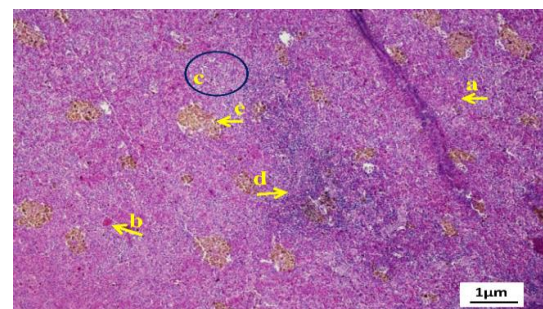
Perubahan patologis *Clarias gariepinus* yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* menunjukkan kehilangan pigmentasi, pembengkakan pada permukaan perut, dan perdarahan di sirip. Secara internal, terlihat peradangan hati, limpa, usus dan ginjal.. Gambaran histopatologi pada ikan lele yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* pada organ otot, limpa, insang, ginjal, hati dan usus dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Jaringan otot *Clarias gariepinus* (a: edema, b: kongesti, c: nekrosis, d: infiltrasi limfosit) (Perbesaran 100x).

Infeksi *Edwardsiella tarda* menunjukkan perubahan patologis pada organ otot daging diantaranya adalah infiltrasi limfosit (peradangan), kongesti, edema, dan nekrosis. Infiltrasi limfosit pada otot daging menunjukkan bahwa sistem pertahanan pertama untuk menangkal bakteri patogen yang menyerang telah aktif.

Kerusakan yang sama telah dilaporkan oleh Nagla *et al.* (2005) pada ikan nila, serta pada benih ikan lele (Abraham *et al.* 2015) yang terinfeksi edwardsiellosis. Edema yang terjadi pada serabut otot mengindikasikan telah terjadinya kongesti, dan juga berkaitan dengan adanya peningkatan permeabilitas yang merupakan kondisi awal terjadinya proses peradangan. Munculnya sel radang di jaringan otot dapat menyebabkan degenerasi yang apabila terus berkepanjangan akan menyebabkan nekrosis. Nekrosis yang ditemukan pada ikan lele hanya sedikit di bagian epidermis, sehingga belum terbentuk ulkus atau luka terbuka. Nekrosis pada otot pada ikan lele sama dengan yang dilaporkan oleh Mohanty *et al.* (2007) pada ikan *Labeo rohita*.

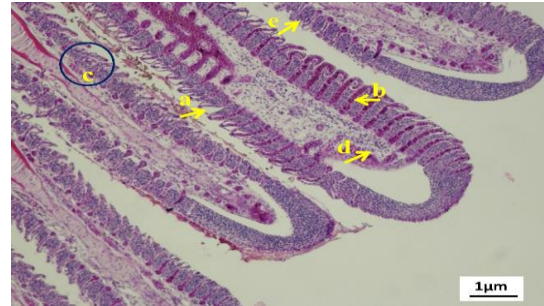


Gambar 2. Jaringan limpa *Clarias gariepinus* (a: hemoragi, b: kongesti, c: nekrosis, d: infiltrasi limfosit, e: proliferasi makrofag) (Perbesaran 100x).

Pengamatan histopatologi pada organ limpa ikan yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* menunjukkan proliferasi makrofag. Keberadaan makrofag berfungsi sebagai respon imun untuk melenyapkan benda-benda asing seperti bakteri. Keberadaan bakteri pada organ limpa akan mengaktifasi sel-sel radang, limfosit dan makrofag. Proliferasi makrofag diduga bahwa sedang terjadi proses fagositosis bakteri. Nagy *et al.* (2018) melaporkan terkait infeksi *Edwardsiella tarda* pada ikan nila, dimana kelainan patologis yang ditemukan salah satunya proliferasi makrofag pada limpa.

Lesio histopatologi juga terjadi pada ikan patin dan ikan *Protopterus annectens* yang diinfeksi *Edwardsiella tarda*, yaitu : pada organ limpa terjadi proliferasi makrofag, peradangan, nekrosis dan hemoragi (Adriyanto *et al.* 2009; Rousselet *et al.* 2018). Pada penelitian ini infeksi *Edwardsiella tarda* pada ikan lele menyebabkan gangguan sirkulasi pada darah yaitu terjadinya kongesti dimana terjadi peningkatan jumlah darah dan telah menyebabkan keluarnya darah dari pembuluh darah atau hemoragi. Ditemukannya nekrosis meskipun

hanya di sedikit daerah pengamatan pada limpa dimungkinkan sel tidak mampu untuk mengatasi infeksi.



Gambar 3. Jaringan insang *Clarias gariepinus* (a: edema, b: kongesti, c: nekrosis, d: infiltrasi limfosit, e: hiperplasia) (Perbesaran 100x).

Perubahan pada insang ikan lele yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* menunjukkan terjadinya edema. Edema yang terjadi ditandai dengan perluasan ruang di insang karena berisi cairan, dan terjadi akibat adanya gangguan sirkulasi darah insang yang diduga merupakan efek agen patologis. Edema juga merupakan risiko paska kongesti. Lebih lanjut dijelaskan edema biasanya disertai juga penampakan sel radang yang merupakan bentuk reaksi system imun tubuh ikan.

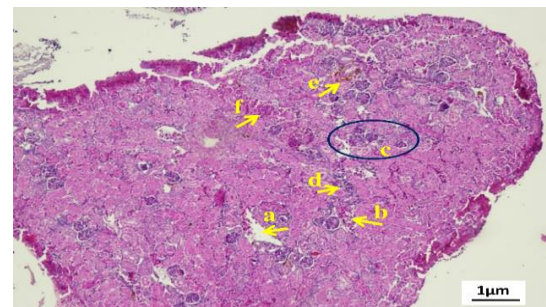
Sel radang dan kongesti juga ditemui pada ikan nila yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* (Nagy *et al.* 2018). Namun lesio brankhitis (peradangan insang) bukan merupakan reaksi

spesifik terhadap *Edwardsiella tarda*. Menurut Noga (2010), infestasi parasit juga salah satu penyebab peradangan insang. Hiperplasia pada lamella sekunder menyebabkan pelekatan antar lamella sekunder sehingga dapat mengganggu fungsi normal insang dalam proses respirasi. Kongesti juga ditemukan di lamella sekunder insang ikan lele, yaitu kenaikan jumlah darah didalam pembuluh sehingga terjadi pembendungan. Kongesti juga ditemui pada insang ikan mas koki yang diinfeksi *Edwardsiella tarda* secara eksperimental (Ratnawati *et al.* 2014). Pemeriksaan histopatologi bagian jaringan ikan *Ctenopharyngodon idella* yang terinfeksi menunjukkan kerusakan pada insang, yaitu edema, fusi lamella sekunder, dan hiperplasia (Pandey *et al.* 2021).

Tahap akhir kerusakan pada insang ikan lele adalah terjadi nekrosis. Nekrosis dapat disebabkan oleh patogen salah satunya bakteri. Perubahan yang terjadi diatas, tidak terlalu jauh berbeda dengan yang dilaporkan oleh Abraham *et al.* (2015), dimana perubahan patologis yang terjadi di insang ikan lele yang terinfeksi alami menunjukkan nekrosis fokal, hiperplasia, edema, dan

pembengkakan epitel lamela insang. Rousselet *et al.* (2018) juga melaporkan adanya nekrosis multifocal dan fusi lamela pada insang ikan *Protopterus annectens* yang terinfeksi *Edwardsiella tarda*.

Reaksi sel terhadap adanya agen perusak di dalam tubuh dapat berupa adaptasi, penyesuaian, terhadap rangsangan fisiologik maupun patologik tertentu (seperti hiperplasia, hipertropi, atropi), dan biasanya menandakan gejala klinis tertentu yang muncul pertama kali sebagai respon adanya perubahan lingkungan maupun agen penyakit. Perubahan / adaptasi tersebut merupakan respon awal yang diikuti dengan terjadinya peradangan sampai dengan tahap akhir terjadinya nekrosis pada jaringan.

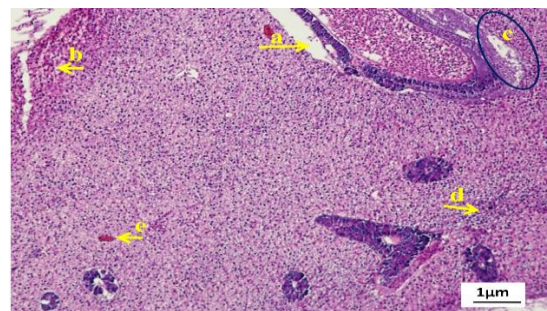


Gambar 4. Jaringan ginjal *Clarias gariiepinus* (a: edema, b: kongesti, c: nekrosis, d: infiltrasi limfosit, e: proliferasi makrofag, f: hemoragi) (Perbesaran 100x).

Kerusakan pada jaringan ginjal yang ditemukan pada ikan lele yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* antara lain edema, peradangan/infiltrasi limfosit, proliferasi makrofag, kongesti, hemoragi, dan nekrosis. Hasil ini serupa pada penelitian Sari *et al.* (2014) dan Hoque *et al.* (2020) yang melaporkan organ ginjal ikan lele yang mengalami kongesti, nekrosis dan degenerasi vakuola akibat infeksi *Edwardsiella tarda*. Ginjal ikan yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* menurut Abraham *et al.* (2015) menunjukkan adanya infiltrasi limfosit dan nekrosis tubulus, sama dengan kerusakan yang dilaporkan oleh Rousselet *et al.* (2018).

Selain itu Ratnawati *et al.* (2014), juga melaporkan pada ginjal ikan mas koki yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* ditemukan infiltrasi limfosit/peradangan dan proliferasi makrofag. Menurut Robert (2012), proliferasi makrofag adalah indikasi respon imun pada tubuh ikan. Adanya penampakan melanomakrofag pada organ ini menandakan telah terjadi proses fagosit di ginjal. Peradangan dan nekrosis juga ditemukan pada jaringan ginjal ikan lele, dan keduanya bisa mengindikasikan adanya agen infeksius dan proses awal suatu

penyakit. Respon inflamasi yang diamati pada ginjal kemungkinan berhubungan dengan faktor virulensi *Edwardsiella tarda* pada masing-masing inang (Abraham *et al.* 2015). Kongesti pada ginjal secara mikroskopik terlihat sebagai eritrosit di dalam pembuluh darah yang jumlahnya banyak/mengalami kenaikan. Adanya eritrosit yang menyebar menandakan terjadinya hemoragi. Hemoragi dapat disebabkan salah satunya oleh agen patogen yang merusak endotel kapiler.

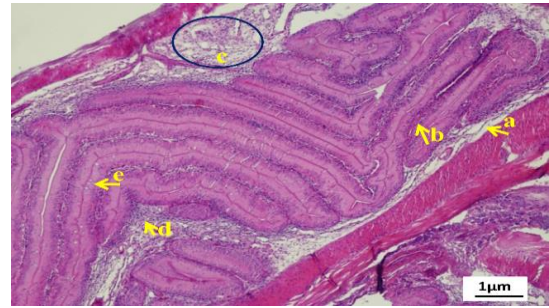


Gambar 5. Jaringan hati *Clarias gariepinus* (a: edema, b: kongesti, c: nekrosis, d: infiltrasi limfosit, e: proliferasi makrofag) (Perbesaran 100x).

Lesio histopatologi pada jaringan hati ikan patin yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* adalah edema, kongesti, nekrosis, infiltrasi limfosit, dan proliferasi makrofag. Organ hati berperan sebagai alat sekresi pada saat proses detoksifikasi dan bisa dijadikan



salah satu indikator pada saat terjadi infeksi bakteri. Proliferasi makrofag dan peningkatan jumlah sel limfosit meskipun jumlahnya tidak banyak sudah menandakan terjadinya proses peradangan di hati (Darwis, 2020). Beberapa kerusakan pada jaringan hati yang telah dilaporkan di beberapa ikan antara lain pada ikan patin terjadi nekrosis dan proliferasi makrofag (Adriyanto *et al.* 2009). Proliferasi makrofag, degenerasi hidrofik dan kongesti juga ditemui pada ikan *Pangasianodon hypophthalmus* (Hoque *et al.* 2020). Pada hati ikan mas koki yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* secara eksperimental menunjukkan nekrosis, makrofag, dan kongesti (Ratnawati *et al.* 2014). Pada organ hati ikan lele ditemukan kerusakan jaringan berupa infiltrasi limfosit, pelebaran sinusoid hati, perluasan ruang antara sinusoid hati, dan nekrosis fokal (Abraham *et al.* 2015). Hepatopankreas juga menunjukkan kongesti dan Sinusoid hepatic terjadi kongesti, nekrotik asinus pankreas dengan infiltrasi limfosit pada ikan nila (Nagy *et al.* 2018).



Gambar 6. Jaringan usus *Clarias gariepinus* (a: edema, b: kongesti, c: nekrosis, d: infiltrasi limfosit, e: hiperplasia sel goblet) (Perbesaran 100x).

Pengamatan histopatologi pada usus ikan nila yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* menunjukkan adanya edema, kongesti, nekrosis, infiltrasi limfosit, dan hiperplasia sel goblet. Kerusakan pada usus hampir sama yang dilaporkan oleh (Nagy *et al.* 2018) yaitu hiperplasia sel goblet. Begitu juga dengan penelitian Rousselet *et al.* (2018), dimana pada lapisan submukosa usus tampak edema pada ikan *Protopterus annectens* yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* secara eksperimental.

Pengamatan mikroskopis ikan *Ctenopharyngodon idella* yang terinfeksi menunjukkan gangguan pada lapisan mukosa, yang akhirnya menyebabkan perubahan perubahan degeneratif pada usus (Pandey *et al.* 2021). Kerusakan yang ada di usus ikan lele menunjukkan

bahwa infeksi pada epitel saluran pencernaan telah menimbulkan iritasi jaringan menyebabkan peradangan dan apabila melanjut akan menimbulkan nekrosis. Meskipun mekanisme infeksi belum sepenuhnya dipahami namun, usus dianggap sebagai tempat yang paling mungkin untuk penetrasi bakteri (Mohanty *et al.* 2007).

### KESIMPULAN

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa 5 dari 17 sampel ikan yang berasal dari kolam yang sama positif terinfeksi *Edwardsiella tarda*. Berdasarkan hasil evaluasi histologis *Clarias gariepinus* yang terinfeksi *Edwardsiella tarda* terdapat area nekrosis, infiltrasi limfosit /peradangan, proliferasi makrofag, kongesti, dan edema di beberapa jaringan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada laboratorium BKIPM Surabaya I dan kelompok pembudidaya ikan lele di Kabupaten Kediri – Jawa Timur yang telah membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel ini

### DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, T.J., Mallick, P.K., Adikesavalu, H and Banerjee, S. 2015. Pathology of *Edwardsiella tarda* infection in African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), fingerlings. *Archives of Polish Fisheries*, 23 (3), 141-148.
- Andriyanto, S., Haririah, H., Yulianti, Y., Purnomo, S.H.I., Astuti, S.T., Nurlaila, N., Samudro, T and Priosoeryanto, B.P. 2009. Deteksi *Edwardsiella tarda* secara imunohistokimia pada ikan patin (*Pangasius pangasius*). *Hemera Zoa*, 1(1) : 7-12.
- A'yunin, Q., Budiarto, Andayani, S and Yuwanita, R. 2020. Histopathological analysis of *Pangasius* sp. infected by *Edwardsiella tarda* causes Edwardsiellosis disease. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 441 (2020), 1-6.
- Diniarti, E., Triyanto dan Murwantoko. 2019. Identifikasi dan Uji Patogenisitas *Edwardsiella tarda* Penyebab Penyakit pada Ikan Air Tawar di Yogyakarta. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21 (1), 41-45.
- Elgendy, M.Y., Sherif, A.H., Kenawy, A.M. and Abdelsalam, M. 2022. Phenotypic and molecular characterization of the causative agents of edwardsiellosis causing Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) summer mortalities. *Microbial Pathogenesis*, 169 : 105620.

- Frerichs, G.N. and Millar, S.D., 1993. *Manual for the isolation and identification of fish bacterial pathogens*, P.30.
- Genten, F., Terwinghe, E. and Danguy, A., 2009. *Atlas of fish histology*. CRC Press.
- Griffin, M.J., Greenway, T.E., and Wise, D.J. 2017. *Edwardsiella* spp. In: *Fish Viruses and Bacteria; Pathobiology and Protection*. P. T. K. Woo and R. C. Cipriano, eds. pp. 190–210. CABI, Wallingford, UK.
- Hoque, F., Pawar, N., Pitale, P., Dutta, R., Sawant, B., Gireesh-Babu, P., Chaudhari, A. and Sundaray, J.K. 2020. Pathogenesis and expression profile of selected immune genes to experimental *Edwardsiella tarda* infection in iridescent shark *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture Reports*, 17 (20), 100371.
- KKP.2015.  
<http://www.djpb.kkp.go.id/index.php/arsip/c/258/komoditas-andalan-indonesia-masuki-jajaran-produsen-ikan-terbesar-unia/>
- KKP.2020.  
<https://kkp.go.id/djpb/artikel/17872-komisi-iv-dpr-ri-apresiasi-kkp-kembangkanbenih-ikan-bermutu>.
- Leung, K.Y., Siame, B.A., Tenkink, B.J., Noort, R.J. and Mok, Y.K., 2012. *Edwardsiella tarda*: Virulence mechanisms of an emerging gastroenteritis pathogen. *Microbes and Infection*. 14 (1), 26-34
- Mohanty, B.R., Sahoo, P.K., Mahapatra, K.D., and Saha J.N. 2007. Innate immune responses in families of Indian major carp, *Labeo rohita*, differing in their resistance to *Edwardsiella tarda* infection. *Current Science*, 92 (9), 1270 -1274.
- Noga, E.J., 2010 *Fish disease diagnosis and treatment*. pp. 192–193. St Louis MO: Mosby Inc.
- Nagla, F., Galal-Safinaz, G.M., Ismail, R.H.K., and Soliman M.K. 2005. Studies on *Edwardsiella* infection in *Oreochromis niloticus*. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 31 (1) ,460-471.
- Nagy, E., Fadel, A., Al-Moghny, F.A. and Ibrahim, M.S., 2018. Isolation, Identification and pathogenicity characterization of *edwardsiella tarda* isolated from *Oreochromis niloticus* fish farms in Kafr-Elshiekh, Egypt. *Alexandria Journal for Veterinary Sciences*, 57 (1), 171
- Narwiyani, S., 2011. Lethal Concentration 50% (LC50) Empat Isolat *Edwardsiella tarda* pada Ikan Ari Tawar di Indonesia. *Jurnal Sain Veteriner*, 28 (2), 51-54.
- Pandey, V., Bhat, R.A.H., Chandra, S., Tandel, R.S., Dubey, M.K., Sharma, P., Gehlot, B., Dash, P and Joshi, R., 2021. Clinical signs, lethal dose and histopathological lesions in grass carp, *Ctenopharyngodon idella* experimentally infected with *Edwardsiella tarda*. *Microbial Pathogenesis*, 161, 105292.
- Park, S.B., Aoki, T and Jung, T.S. 2012. Pathogenesis of and strategies for preventing *Edwardsiella tarda* infection in fish. *Veterinary Research*, 43 (67), 1-11.

- Prastiti, L.A., Sarjito and Prayitno, S.B., 2015. Pengaruh penambahan ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) pada media pemeliharaan terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan gurami (*Osporonemus gouramy*) yang diinfeksi bakteri *Edwardsiella tarda*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4 (3), 31-37.
- Pridgeon, J.W. and Klesius, P.H., 2012. Major bacterial diseases in aquaculture and their vaccine development. *CAB Reviews*, 7 (048), 1-16.
- Rahmawati, A.R., Ulkhaq, M.F., Susanti, D., Kenconoajati, H. dan Fasya, A.H., 2021. Identifikasi Bakteri *Aeromonas Salmonicida* dan *Edwardsiella Ictaluri* pada ikan hidup yang akan dilalulintaskan dari Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Marine and Coastal Science*, 10 (2), 68-73
- Ratnawati, A., Purwaningsih, U. and Kurniasih, 2014. Histopatologis dugaan *Edwardsiella tarda* sebagai penyebab kematian ikan maskoki (*Crassius auratus*): Postulat Koch. *Jurnal Sain Veteriner*, 31 (1), 55-65.
- Rejeki, S., Triyanto and Murwantoko, 2016. Isolasi dan identifikasi bakteri *Aeromonas* sp. dari lele dumbo (*Clarias* sp.) di Kabupaten Ngawi. *Jurnal Perikanan*, 18 (2), 55-60.
- Roberts, R.J., 2012. *Fish Pathology*. 3rd edn. pp. 350-352. W.B. Saunders, London and Philadelphia.
- Rousselet, E., Stacy, N.I., Rotstein, D.S., Waltzek, T.B., Griffin, M.J. and Francis-Floyd, R., 2018. Systemic *Edwardsiella tarda* infection in a Western African lungfish (*Protopterus annectens*) with cytologic observation of heterophil projections. *Journal of fish diseases*, 41 (9), 1453-1458.
- Sari, D.R. and Prayitno, S.B., 2014. Pengaruh Perendaman Ekstrak Bawang Putih (*Allium Sativum*) Terhadap Kelulushidupan Dan Histologi Ginjal Ikan Lele (*Clarias Gariepinus*) Yang Diinfeksi Bakteri “*Edwardsiella Tarda*”. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3 (4), 126-133.
- Shetty, M., Maiti, B., Venugopal, M.N., Karunasagar, I. and Karunasagar, I., 2014. First isolation and characterization of *Edwardsiella tarda* from diseased striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Journal of Fish Diseases*, 37 (3), 265–271.
- Taguchi, H., Tamai, T., Numata, M., Maeda, H., Ohshige, A., Iwaya, H., Hashimoto, S., Kanmura, S., Funakawa, K., Fujita, H. and Ido, A., 2014. Endoscopic ultrasonography-guided transmural drainage of an infected hepatic cyst due to *Edwardsiella tarda*: a case report. *Clinical Journal of Gastroenterology*, 7 (5), 422-428.
- Xu, T. and Zhang, X-H., 2014. *Edwardsiella tarda*: an intriguing problem in aquaculture. *Aquaculture*, 431, 129–135.
- Wahjuningrum, E., Ikhsan, M.N and Sukenda. 2015. The use of

Curcuma longa extract to control *Edwardsiella tarda* infection on *Clarias* sp. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13 (1), 1-10.

Zheng, D., Mai, K., Liu, S., Limin, C., Liufu, Z., Xu, W., Tan, B. and Zhang, W., 2004. Effect of temperature and salinity on virulence of *Edwardsiella tarda* to Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (temminck et Schlegel). *Aquaculture Research*, 35 (5), 494-500.