



Pemeriksaan TiLV (*Tilapia Lake Virus*) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Budidaya



Dina Fitria¹, Deffya Fathonah¹, Rini Afrianti¹
Azizah Turrohmah¹, Mujaidiah¹, Anggari Linda Destiana^{2,*}
Dafzel Day³, Indri Astuti³

¹Mahasiswa Program Studi Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Jambi

²Program Studi Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Jambi

³Balai Perikanan Budidaya Air Tawar, Kec. Sungai Gelam, Kab. Muaro Jambi, Prov. Jambi

*Email: anggari.linda.destiana@unja.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.9.2.310-317>

ABSTRACT

Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is highly sought after by Indonesian consumers and is one of the leading commodities cultivated in freshwater. However, tilapia farming still frequently encounters challenges that lead to a decline in production, one of which is infection by pathogens such as Tilapia Lake Virus (TiLV). TiLV can infect fish in waters with temperatures above 25°C, with mass mortality peaking at 30°C, reaching a 50% death rate. Proper handling and control measures are essential to manage TiLV outbreaks effectively. TiLV detection in fish can be conducted using the Polymerase Chain Reaction (PCR) method. PCR-based virus detection is a diagnostic technique that identifies the presence of viral genetic material with high specificity and accuracy. This study aimed to detect TiLV infection in farmed Nile tilapia. The procedures included sample collection, necropsy, organ fixation, RNA extraction, PCR amplification, electrophoresis, and gel documentation analysis. Based on the PCR results, Nile tilapia samples tested positive for TiLV infection, as indicated by the presence of a 250 bp DNA band in the gel documentation system, aligning with the TiLV positive marker. Among the three fish showing suspected TiLV symptoms, two (66.6%) were confirmed infected.

Key words: Tilapia (*Oreochromis niloticus*), TiLV (*Tilapia Lake Virus*), PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

ABSTRAK

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) banyak diminati oleh masyarakat Indonesia dan merupakan salah satu komoditas unggulan yang dibudidayakan di air tawar. Akan tetapi, dalam budidaya ikan nila masih sering menghadapi kendala yang menyebabkan penurunan produksi ikan, dimana salah satu penyebab yaitu terserang patogen seperti *Tilapia Lake Virus* (TiLV). TiLV dapat menginfeksi ikan pada perairan dengan suhu > 25°C dan puncak kematian massal pada suhu 30°C hingga tingkat kematian mencapai 50%. Perlu dilakukan penanganan dan pengendalian serangan TiLV dengan tepat. Deteksi TiLV pada ikan dapat menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*). Deteksi virus menggunakan PCR merupakan metode pemeriksaan keberadaan materi genetik dari virus yang memiliki spesifisitas dan ketepatan akurasi tinggi. Pengamatan ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan TiLV yang menginfeksi pada ikan nila budidaya. Tahapan yang dilakukan meliputi pengambilan sampel ikan nila, nekropsi, fiksasi organ, ekstraksi, amplifikasi menggunakan PCR, elektroforesis, dan pembacaan *gel documentation*. Berdasarkan hasil pemeriksaan PCR bahwa sampel ikan nila positif terinfeksi TiLV diketahui dari munculnya pita (*band*) pada pembacaan hasil elektroforesis di alat *gel documentation*, yang ditunjukkan dengan adanya pita DNA berukuran 250 bp (sejajar dengan marka positif TiLV). Ikan yang terinfeksi sebanyak 2 ekor (66,6%) dari total 3 ekor individu dengan gejala dicurigai terinfeksi TiLV.

Kata kunci: Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), TiLV (*Tilapia Lake Virus*), PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

PENDAHULUAN

Salah satu Komoditas Unggulan perikanan air tawar Indonesia adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila diminati banyak masyarakat Indonesia karena memiliki sumber protein hewani dengan kandungan kolesterol 0.5%, protein 17.7% dan lemak 1.3%. Adaptif ikan Nila terhadap lingkungan perairan payau, kolam air deras, sungai, danau, waduk maupun sawah serta kedalaman 25-40 cm dengan suhu optimum 25-30°C. Ikan nila membutuhkan oksigen minimal 5.00 ppm dan pH 7.00-8.00 agar memiliki pertumbuhan serta perkembangan optimal (Lukman *et al.*, 2014).

Hambatan yang sering dihadapi dalam budidaya ikan nila adalah serangan penyakit yang dapat menurunkan tingkat produksi ikan. Umumnya dibudidayakan pada lingkungan terbuka sehingga mudah terinfeksi penyakit patogen yang disebabkan parasit, bakteri, jamur maupun virus. Penyakit yang serius disebabkan oleh infeksi virus karena keterbatasan dalam penanganan serta pencegahannya sehingga dapat menyebabkan kematian massal pada komoditas ikan nila (Nurekawati *et al.*, 2023).

Virus yang menginfeksi tersebut adalah *Tilapia Lake Virus* (TiLV). TiLV dapat menyerang ikan sehat dikarenakan terjadinya penularan dari ikan yang terinfeksi melalui media air dalam kurun waktu 2-3 hari yang menyebabkan tingkat kematian hingga 50%. Gejala klinis ikan nila yang terinfeksi TiLV akan menunjukkan gejala klinis seperti *letargi*, tubuhnya menghitam, erosi kulit, *endophthalmis*, kongesti pada ginjal, *degenerasi ocular*, dan *encephalitis* dan kematian massal.

Beberapa penelitian menyebutkan ikan nila yang terinfeksi TiLV akan terjadi perubahan secara makroskopis seperti terjadi perubahan warna kulit, tubuh menjadi gelap atau menghitam, luka pada kulit, pembengkakan rongga perut, *exophthalmia* pada mata dan buram atau katarak (Bacharach *et al.*, 2016). Oleh karena itu perlu dilakukan pendeteksian keberadaan penyakit pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang disebabkan oleh infeksi virus *Tilapia Lake Virus* (TiLV).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pemeriksaan dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2024, di Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam, Provinsi Jambi.

Populasi dan Sampel

Material yang digunakan termasuk sampel ikan nila, ethanol, gliserol, alkohol, buffer TAE, buffer RLT, β -Mercaptoethanol, buffer RW1, buffer RPE, Rnase Free Water, Agarose 1.5%, Aquades, One step ahead RT PCR Master Mix 2.5x, One step ahead RT-Mix 25x, Primer Nested ext-1, Primer ME1, Top Taq Master Mix 2x, Template DNA/cDNA, Ethidium bromide.

Alat yang digunakan antara lain botol sampel, chiller, freezer (-20°C), penangas air, laminar flow, Thermal cycler, mikropipet berbagai ukuran 0.1 μ L – 1000 μ L, microtube (MT) 1.5 mL, microtube (MT) 0.2 mL, alat bedah pinset, gunting, sentrifuge, spin down, peralatan gelas, timbangan analitik, tisu.

Rancangan Penelitian

Proses *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yang terdiri dari tahap pengambilan sampel, necropsy, fixation organ, ekstraksi, amplification, electrophoresis, dan reading gel documentation. Seluruh kegiatan mengacu standar pengujian di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam sesuai dengan IKM/7.2.3/BPBAT.SG.

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan dan Fiksasi Sampel

Sampel yang digunakan adalah 3 ekor ikan nila yang diduga terinfeksi TiLV. Organ otak dan mata ikan nila difiksasi menggunakan larutan ethanol dan gliserol dengan perbandingan 80% : 20%.

Ekstraksi RNA

Prosedur ekstraksi menggunakan Rneasy Mini Kit/Qiagen. Organ otak dimasukkan dalam microtube, resuspensi dan hancurkan dalam buffer 1 mL RLT + 10 μ L β -Mercaptoethanol dengan teknik pipetting (digerus). Kemudian di sentrifugasi selama 4 menit dengan kecepatan 13.000 rpm, suhu 6° C. Supernatant 400 μ L dipindahkan ke microtube 1.5 mL dan tambahkan 400 μ L ethanol 70%. Pindahkan 700 μ L campuran larutan ke dalam RNeasy Spin

Column, dan sentrifus selama 15 detik dengan kecepatan 10.000 rpm. Buang *filtrate* dan gunakan kembali *collection tube*.

Buffer RW1 700 µL dimasukkan ke dalam kolom *RNeasy Spin* dan disentrifugasi selama 15 detik dengan kecepatan 10.000 rpm. Buang *filtrate*, gunakan kembali *collection tube*. Buffer RPE 500 µL ditambahkan ke dalam *RNeasy Spin Column*, sentrifugasi kecepatan 10.000 selama 15 detik. Buang *filtrate* dan gunakan kembali *collection tube*. Buffer RPE 500 µl ditambahkan ke dalam kolom *RNeasy Spin*, selanjutnya di sentrifugasi selama 2 menit dengan kecepatan 10.000 rpm.

RNeasy Spin Column dipindahkan ke dalam *collection tube* baru, dan disentrifugasi selama 2 menit dengan kecepatan 13.000 rpm. *RNeasy Spin Column* dipindahkan ke dalam tube 1.5 mL, kemudian dalam *column* ditambahkan *RNase-Free Water* sebanyak 50 µL, selanjutnya disentrifugasi selama 1 menit dengan kecepatan 10.000 untuk mengelusi RNA. RNA hasil elusi dapat langsung digunakan untuk proses PCR.

Amplifikasi RNA TiLV

RNA kontrol positif, *one step ahead RT PCR kit/Qiagen*, template RNA atau cDNA, primer, *R-Nase Free water*, primer *nested ext-1*, primer ME1 disiapkan untuk pembuatan PCR mix. Campur PCR mix-1 sesuai jumlah sampel, kontrol positif dan negatif kecuali template, distribudikan microtube 0.2 mL sebanyak 23 µL. Tambahkan 2 µL cDNA ke dalam tabung PCR-1 berisi PCR Mix-1.

Tabung PCR-1 dimasukkan ke dalam mesin PCR dengan pengaturan program sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Program mesin PCR one step

Step	Waktu	Suhu
<i>Reverse transcription</i>	30 menit	50°C
<i>PCR initial activation</i>	2 menit	95°C
<i>3-step cycling:</i>		
<i>Denaturation</i>	30 detik	95°C
<i>Anneling</i>	30 detik	60°C
<i>Extension</i>	30 detik	72°C
Jumlah cycle	25 cycle	
<i>Final extention</i>	2 menit	72°C

Persiapkan *nested PCR* menggunakan *Top Taq Plus Master Kit*. Hitung komposisi campuran PCR mix-2 sesuai sampel kecuali

template. Distribusikan PCR Mix-2 ke dalam tabung reaksi 0.2 mL masing-masing 23 µL. tambahkan 2 µL template PCR ke tabung PCR-2 berisi PCR Mix-2.

Masukkan tabung PCR-2 ke dalam mesin PCR dengan pengaturan program di Tabel 2.

Tabel 2. Program mesin PCR nested-PCR

Tahapan	Waktu	Suhu
<i>PCR Initial Denaturation</i>	2 menit	95°C
<i>3-step cycling:</i>		
<i>Denaturation</i>	30 detik	95°C
<i>Anneling</i>	30 detik	60°C
<i>Extention</i>	30 detik	72°C
Jumlah cycle	25 cycle	
<i>Final extention</i>	5 menit	72°C

Setelah proses *cycle*, *nested PCR* dapat digunakan langsung proses elektroforesis.

Elektroforesis

Proses elektroforesis dimulai dengan pembuatan media agarose 1.5% dengan komposisi agarose 0.45 gram dilarutkan dalam buffer TAE 30 mL. Panaskan dalam microwife selama 1-2 menit atau sampai serbuk agarose homogen bersama buffer. Masukkan media ke dalam cetakan, diamkan 20 menit sampai agarose mengeras. Setelah agarose mengeras, baki gel ditempatkan ke dalam tangki elektroforesis dengan posisi sumur di kutub negatif yang telah di isi buffer TAE 1x. hal ini dilakukan hingga agarose terendam.

Masukkan 10 µL produk PCR dan 2 µL loading dye ke dalam masing-masing sumuran agarose, elektroforesis selama 35 menit. Masukkan 5 µl etidium bromide ke dalam TAE 1x sebanyak 100 ml, homogenkan dan rendam agarose selama 5 menit. Menggunakan bantuan UV Transluminator yang terhubung langsung dengan komputer yang dilengkapi dengan kamera, kemudian Bilas agarose dengan aquades dan masukkan ke dalam Geldoc, alat pembaca hasil elektroforesis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

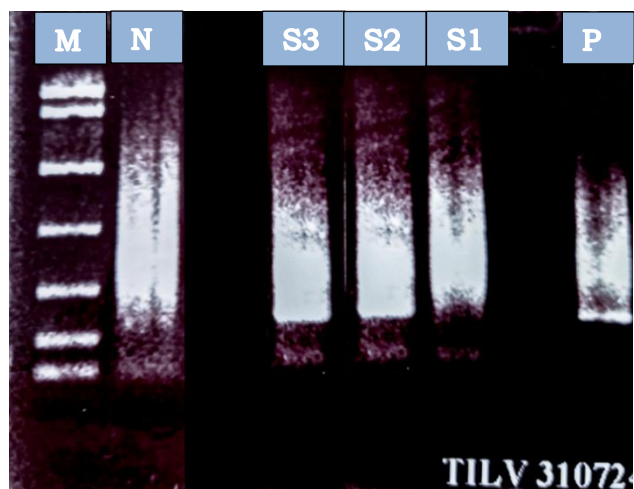
Berdasarkan hasil pemeriksaan PCR bahwa sampel ikan nila positif terinfeksi TiLV diketahui dari munculnya pita (*band*) pada pembacaan di geldoc. Keseluruhan ikan yang terinfeksi

sebanyak 2 ekor (66,6%) dari total 3 ekor individu dengan gejala dicurigai terinfeksi TiLV.

Hasil pemendaran pita DNA TiLV sampel 2 dan 3 terlihat samar pada 250 bp (base pair) dan sejajar dengan kontrol positif. Visualisasi pada pengendaran terlihat tidak jelas yang menunjukkan bahwa dari proses amplifikasi terjadi hambatan fisik atau kimia terhadap proses migrasi sehingga memengaruhi pengendaran. Namun, pembacaan tetap bisa dilakukan dengan cara melihat ada tidaknya batas yang terbentuk pada proses *running* dengan catatan batas harus sejajar dengan batas kontrol positif yang terbentuk. Sedangkan pada sampel yang tidak terinfeksi tidak akan terbentuk pita maupun batas pita dikarenakan tidak mengandung fragmen DNA TiLV.

Tabel 3. Hasil Deteksi TiLV pada Ikan Nila

Deskripsi Sampel	Kode Sampel	Nomor Sampel	Hasil	Bp
Ikan nila ukuran 20 cm, berat 50-100 gram	S1	24-07-0148	-	-
	S2	24-07-0184	+	250
	S3	24-07-0185	+	250



Gambar 1. Hasil pembacaan elektroforesis pada uv transluminator. Kode M: marker, N: kontrol negatif, S1: sampel 1, S2: sampel 2, S3: sampel 3, P: kontrol positif.

Meskipun dua sampel teridentifikasi positif terinfeksi TiLV, tidak ditemukan kerusakan fisik yang signifikan pada ikan. Menurut Bacharach *et*

al., (2016) gejala klinis ikan nila terinfeksi TiLV berupa letargi, tubuh menghitam, endophtalmis, erosi kulit, kongesti pada ginjal, degenerasi ocular dan encephalitis. Perubahan secara makroskopis pada ikan yang terinfeksi TiLV adalah warna kulit tubuh menghitam, kulit terdapat luka atau lesi, rongga perut membengkak, mata mengalami exophtalmia (menonjol) dan berwarna keruh (Koesharyani *et al.*, 2018).



Gambar 2. Sampel ikan nila pada penelitian tidak menunjukkan kerusakan fisik dan organ. Kode a; Sampel 1, b; sampel 2, c; sampel 3.

Hasil pemeriksaan sampel ikan nila tidak terlihat adanya kerusakan fisik, hanya menampakkan perubahan perilaku, seperti pergerakan yang lamban dan tidak aktif. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Dong *et al.*, (2017) yakni infeksi TiLV di Thailand pada ikan nila ditandai dengan berkelompok di dasar bak, menurunnya nafsu makan, tubuh menjadi pucat, bergerak lamban, tidak aktif, hingga akhirnya mengalami mortalitas.

Tidak adanya gejala klinis pada ikan nila dapat terjadi karena tingkat infeksi virus belum meluas ke seluruh jaringan organ ikan. Virus TiLV pertama menyerang organ target yakni bagian otak dari ikan nila, kemudian akan menyebar ke seluruh tubuh ikan. Oleh karena itu, pada keseluruhan sampel pemeriksaan digunakan organ otak dengan tujuan memudahkan pendeteksian virus ini. TiLV yang menginfeksi ikan nila dapat mengakibatkan lesi pada otak, terjadi induksi neuroinflamasi, aktivasi mikroglia hingga perubahan perilaku pada ikan yang terinfeksi (Amal *et al.*, 2018). Oleh karena itu, ikan yang terinfeksi TiLV cenderung mengalami letih, berenang berputar-putar dan tidak aktif bergerak.

Penyebaran infeksi TiLV dapat melalui dua cara yaitu jalur vertikal dan jalur horizontal. Jalur vertikal ditularkan dari induk ke keturunannya, biasanya melalui induk pada inang yang

bereproduksi secara seksual. Ikan nila dewasa berkemungkinan mengalami infeksi tanpa gejala karena memiliki sistem kekebalan tubuh yang menjadikannya kebal terhadap penyakit. Sehingga mereka dapat menjadi pembawa asimtomatik yang dapat menularkan virus kepada keturunannya. Adanya potensi penularan vertikal ini dibuktikan dengan beberapa penelitian terdahulu dari (Dong *et al.*, 2020) dan (Yamkasem *et al.*, 2019).

Kembou-Ringert *et al.*, (2024) mengungkapkan bahwa pola penularan TiLV horizontal melibatkan peran air di lingkungan hidup ikan dan adanya infeksi fekal-oral. Peran kualitas air di lingkungan hidup ikan nila sangat penting dikarenakan dapat menjadi jalur penularan virus secara horizontal.

Rute penularan horizontal sangat sensitif karena dapat menjadi jalur masuknya virus melalui permukaan mukosa insang, bukal dan rongga pencernaan. RNA genom TiLV terdeteksi kuat di bulbus olfaktorius ikan yang terinfeksi, dikarenakan rongga hidung bersentuhan langsung dengan air, sehingga menjadi jalur potensial virus menginfeksi dan menyerang organ target yakni otak.

Ketika virus telah mencapai otak, TiLV akan menginduksi neuroinflamasi, aktivasi mikroglia dan perubahan perilaku pada ikan yang terinfeksi, bahkan TiLV dapat bertahan di otak dan terus menginfeksi selama 90 hari. TiLV dapat mengakibatkan terjadinya pendarahan multifokal dengan kongesti darah parah di otak, radang meningen, pendarahan di leptomeningen dan edema otak. Sehingga tingkat kualitas air dan padatan tebar juga perlu diperhatikan dalam budidaya ikan nila.

Menurut Suwandi *et al.*, (2013) bahwa wabah penyakit akibat TiLV dapat dipicu dari kepadatan tinggi dalam wilayah budidaya. Hal ini dikarenakan padat tebar tinggi berisiko menurunkan tingkat pertahanan hidup dan memicu kerusakan fisik berupa luka/lesi pada kulit yang timbul akibat gesekan antar ikan di lingkungannya. Husna *et al.*, (2020) menambahkan bahwa adanya luka pada kulit menjadi penyebab utama penularan infeksi virus. Ikan yang terluka daya imunitasnya menurun akibatnya penyakit lebih mudah menyerang. Oleh karena itu, jika tingkat padat tebar pada kolam tinggi maka penularan pada ikan akan

semakin cepat. Peristiwa itulah yang disebut dengan penyebaran/penularan secara horizontal.

Parameter kualitas air yang perlu diperhatikan adalah tingkat suhu air. Suhu air yang dapat menjadi penyebab wabah, yaitu pada suhu $>25^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu yang tidak menyebabkan kematian adalah dibawah 20°C , dan puncak kematian masal terjadi pada suhu 30°C (Tsofack *et al.*, 2016). Mugimba *et al.*, (2018) menyatakan bahwa TiLV tumbuh optimum pada suhu 28°C , oleh karena itu pada suhu $>25^{\circ}\text{C}$ dapat mendukung TiLV dalam bereplikasi dan mempercepat infeksi pada inang.

Apabila hal tersebut diabaikan, maka dapat berakibat pada peningkatan penularan virus secara tak terkendali pada individu ikan nila lainnya di wilayah budidaya yang sama. Oleh karena itu, diperlukan penanganan dan langkah-langkah pengendalian terhadap virus ini. Namun, sampai saat ini belum ditemukan cara yang efektif untuk mengendalikan TiLV. Aich *et al.*, (2022) menyatakan terdapat beberapa cara yang digunakan dalam pengendaliannya yaitu penerapan praktik manajemen yang baik, biosekuriti dan protokol karantina yang menyeluruh termasuk memastikan kualitas air, nutrisi dan sanitasi yang baik.

Langkah biosekuriti yang ditawarkan oleh *Office International des Epizooties* (OIE) atau Organisasi Kesehatan Hewan Dunia adalah menggunakan benih atau larva yang berasal dari pembudidaya atau pembenihan lokal yang tidak memiliki catatan kelainan, kematian massal atau riwayat penyakit sebelumnya. Pencegahannya berupa karantina dan isolasi terhadap benih atau ikan yang terindikasi terinfeksi virus (OIE., 2017a.,b).

Beberapa peneliti mengungkapkan bahwa infeksi virus TiLV dapat dicegah melalui invitro dengan menggunakan disinfektan umum. Disinfektan yang dimaksud menurut Jaemwimol *et al.* (2019) adalah NaCl dengan dosis 10 ppm, Iodine 2,5 ppm, Formaline 80 ppm, Virkon® 5000 ppm, H_2O_2 300 ppm, dan Soto *et al.* (2019) menambahkan Chlorine dengan dosis 20 ppm, dan PVD dosis 50 ppm. Namun, masih diperlukan studi invivo lebih lanjut untuk mengetahui kemungkinan dampak penggunaan disinfektan terhadap ikan dan lingkungan.

Alternatif lain dalam upaya pencegahan infeksi TiLV diantaranya melakukan vaksinasi

pada induk ikan maupun benih ikan budidaya. Berdasarkan penelitian Bacharach and Eldar., (2017) secara eksperimental telah mengembangkan vaksin virus yang telah dilemahkan terhadap penyakit TiLV di Israel. Setelah pemberian secara suntikan intraperitoneal vaksin virus TiLV yang dilemahkan ke Tilapia Liar yang terinfeksi TiLV (melalui kohabitasi) menghasilkan persentase kelangsungan hidup relative 56%-58% dalam 21 hari pasca vaksinasi. Vaksin ini telah dipatenkan dengan kode (US20160354458A1) tetapi belum dikomersialkan dikarenakan masih pada tahap pengembangan yang memerlukan tingkat teknologi dan pendukung lainnya. Selain itu, efisiensi vaksin sebagai tindakan pencegahan menjadi masalah dikarenakan memiliki efek penyakit lain pada benih ikan yang sistem kekebalan tubuhnya belum berkembang dengan baik (Kembou-Ringert *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan bahwa infeksi TiLV dapat terjadi tanpa adanya gejala fisiologis namun tetap menyebabkan gangguan fungsional organ hingga kematian ikan nila. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya deteksi awal dan pemantauan kesehatan ikan dalam budidaya. Infeksi TiLV bisa mengurangi produksi dan menyebabkan kerugian ekonomi bagi peternak, karena permintaan ikan nila di pasar sangat tinggi. Adapun saran yang dianjurkan adalah pemantauan rutin dengan cara melakukan pemeriksaan kesehatan ikan secara berkala, terutama di tempat dengan suhu air di atas 25°C, biosekuriti ketat seperti menggunakan benih yang sehat dan mengarangtina ikan baru sebelum dimasukkan ke kolam, vaksinasi untuk induk dan benih ikan sebagai salah satu cara untuk mencegah infeksi dan perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efektivitas disinfektan dan metode pencegahan lain untuk mengendalikan penyebaran TiLV. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan dampak negatif TiLV dapat dikurangi dan budidaya ikan nila tetap berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada bapak Ridho Karya Dongoran, S.Pi. selaku PLT Kepala Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam Jambi yang telah memberikan akses fasilitas kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aich, N., A. Paul., T. G. Choundhury & H. Saha. (2022). Tilapia Lake Virus (TiLV) Disease: Current status Of Understanding. *Aquaculture and Fisheries*. 7(1): 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2021.04.007>.
- Amal, M.N.A., Koh, C.B, Nurliyana, M., Suhaiba, M., Nor-Amalina, Z., Santh, S., Diyana-Nadhirah, K.P., Yusof, M.T., Ina-Salwany, M.Y., & Zamri-Saad, M. (2018). A case of natural co-infection of *Tilapia Lake Virus* and *Aeromonas veronii* in a Malaysian red hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) farm experiencing high mortality. *Aquaculture*, 485, 12-16. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.11.019>.
- Bacharach, E., Eldar, A. (2017). Tilapia Lake Virus Vaccines. *United Stated Patent*. No: US009730998B2. <https://patents.google.com/patent/US9730998B2/en>.
- Bacharach, E., Mishra, N., Briesse, T., Zody, M. C., Tsofack, J. E. K., Zamostiano, R., Berkowitz, A., Ng, J., Nitido, A., Corvelo, A., Toussaint, N. C., Abel Nielsen, S. C., Hornig, M., del Pozo, J., Bloom, T., Ferguson, H., Eldar, A., & Lipkin, W. I. (2016). Characterization of a novel orthomyxo-like virus causing mass die-offs of Tilapia. *MBio*, 7(2). <https://doi.org/10.1128/mBio.00431-16>.
- Dong, H. T., Atagubac, G. A., Khunraea, P., Rattanarojponga, T., & Senapin, S. (2017b). Evidence of TiLV infection in tilapia hatcheries in Thailand from 2012 to 2017 reveals probable global spread of the disease. *Aquaculture*. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.06.035>.

- Dong, H. T., S. Senapin., W. Gangnonngiw., V. V. Nguyen., C. Rodkhum., P. P. Debnath., J. Delamare-Deboutteville & C. V. Mohan. (2020). Experimentar Infection Reveals Transmission Of *Tilapia Lake Virus* (TiLV) From Tilapia Broodstock To Their Reproductive Organs And Fertilized Eggs. *Aquaculture*. 515. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734541>.
- Husna, N., Kenconoajati, H., Ulkhaq, M. F., Habib, A. F., & Lantiani, D. (2023). *Pemeriksaan Tilapia Lake Virus* (TiLV) Pada Komoditas Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). 6(1), 57–66. DOI: <https://doi.org/10.31093/joas.v5i2.95>.
- Jaemwimol. P., K. Sirikanchana., P. Tattiyapong., S. Mongkolsuk & W. Surachetpong. (2019). Virucidal Effects Of Common Disinfectants Against *Tilapia Lake Virus*. *Journal Of Fish Diseases*. 42(10), 1383-1389. <https://doi.org/10.111/jfd.13060>.
- Kembou-Ringert. J. E., F. N. Hotio., D. Steinhagen., Kim. D. Thompson., W. Surachetpong., K. Rakus., J. M. Daly., N. Goonawardane & M. Adamek. (2024). Knowns and Unknowns Of TiLV-associated Neuronal Disease. *Virulence*. 15(1). <https://doi.org/10.1080/21505594.2024.2329568>.
- Koesharyani, I., Gardenia, L., Widowati, Z., Khumaira, K., & Rustianti, D. (2018). Studi Kasus Infeksi *Tilapia Lake Virus* (TiLV) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 13(1), 85. <https://doi.org/10.15578/jra.13.1.2018.85-92>.
- Kurniawati, M. D., Sumaryam, S., & Hayati, N. (2019). Aplikasi *Polymerase Chain Reaction* (PCR) Konvensional Dan Real Time- PCR Untuk Deteksi Virus VNN (*Viral Nervous Necrosis*) Pada Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Techno-Fish*, 3(1), 19–30. <https://doi.org/10.25139/tf.v3i1.1629>.
- Lukman., Mulyana & Mumpuni. F. S. (2014). Efektivitas Pemberian Akar Tuba (*Derris elliptica*) terhadap Lama Waktu Kematian Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pertanian*. 5(1), 22–31. <https://doi.org/10.30997/jp.v5i1.52>.
- Mugimba. K. K., A. A. Chengula., S. Wamala., E. D. Mwega., C. J. Kasanga., D. K. Byarugaba., R. H. Mdegela., S. Tal., B. Bornstein., A. Dishon., S. Mutoloki., L. David., Evensen & H. M. Munang'andu. (2018). Detection Of *Tilapia Lake Virus* (TiLV) Infection By PCR In Farmed And Wild Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) From Lake Victoria. *Journal Of Fish Diseases*. 41(8), 1181-1189. <https://doi.org/10.1111/jfd.12790>.
- Nurekawati, A. D., Putra, I. S., & Soelistyoadi, R. N. (2023). Deteksi Molekuler Tilv (*Tilapia Lake Virus*) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang dilalulintaskan di Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Surabaya I, Jawa Timur. *Media Kedokteran Hewan*, 34(1), 1–12. <https://doi.org/10.20473/mkh.v34i1.2023.1-12>.
- OIE. 2017a. *Tilapia Lake Virus* (TiLV), Malaysia. World Organisation For Animal Health (OIE). Immediate Notification. Accessed August 2024. Available online at: <https://www.fao.org/fi/static-media/MeetingDocuments/TiLV/d8.pdf>.
- OIE. 2017b. *Tilapia Lake Virus* (TiLV), Philippines. World Organisation For Animal Health (OIE). Immediate Notification. Accessed August 2024. Available online at: https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Reviewreport/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=25278.
- Pranata, S. A., Musnaini. (2022). Efisiensi Pemasaran Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Keramba Jarring Apung Sungai Batanghari Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Manajemen Terapan dan Keuangan* (Mankeu). 11(03), 554–568. <https://doi.org/10.22437/jmk.v11i03.17978>.

- Soto, E., S. Yun & W. Suratchetpong. (2019). Susceptibility Of Tilapia Lake Virus To Buffered Povidone-iodine Complex And Chlorine. 512. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734342>.
- Suwandi, R., R. Nugraha, dan K. E. Zulfamy. (2013). Aplikasi Ekstrak Daun Jambu (*Psidium guajava* var. Pomifera) pada Proses Transportasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(1), 69-78. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v16i1.8107>.
- Tsofack, J.E.K., Zamostiano, R., atted, S., Berkowitz, A., Rosenbluth, E., Mishra, N., & Bacharach, E. (2016). Detection of Tilapia Lake Virus (TiLV) in clinical samples by culturing and nested RT-PCR. *J. Clin. Microbiol.* DOI: <https://doi.org/10.1128/JCM.01808-16>.
- Yamkasem, J., P. Tattiyapong., A. Kamlangdee & W. Surachetpong. (2019). Evidence Of Potential Vertical Transmission Of *Tilapia Lake Virus*. *Journal of Fish Diseases*. 42(9), 1293-1300. <https://doi.org/10.1111/jfd.13050>.