

DETEKSI MOLEKULER PENYAKIT KOI HERPESVIRUS PADA IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) DI WILAYAH KABUPATEN KAMPAR PROVINSI RIAU

MOLECULAR DETECTION OF KOI HERPESVIRUS DISEASE ON COMMON CARP IN KAMPAR REGENCY, RIAU PROVINCE

Budi Sugianti^{1)*}, Rio Aditya Kurniawan²⁾, Ade Samsudin³⁾, Subhan Riza³⁾, Nanang Muhson³⁾, Fididasrizal³⁾, Budi Rianto Wahidi¹⁾

¹⁾ Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo, Kementerian Kelautan dan Perikanan

²⁾ Deputi Bidang Karantina Ikan, Badan Karantina Indonesia

³⁾ Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Pekanbaru
Kementerian Kelautan dan Perikanan

*e-mail: budi.nitikoesoema3101@gmail.com

ABSTRAK

Penyakit Koi Herpesvirus (KHV) merupakan ancaman signifikan terhadap industri budidaya ikan mas, salah satunya di wilayah Kampar, Riau, yang memiliki potensi besar dalam sektor perikanan di Indonesia. Infeksi KHV dapat terjadi secara horizontal serta memiliki tingkat mortalitas hingga 100%. Meskipun telah diketahui bahwa KHV dapat menyebabkan tingkat mortalitas yang tinggi, deteksi dini dan pencegahan penyakit ini masih menjadi tantangan di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi KHV dengan metode molekuler (PCR) pada ikan mas yang dibudidayakan di wilayah Kampar, Riau. Metode yang digunakan adalah secara molekuler yaitu dengan PCR konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan mas yang positif KHV menunjukkan gejala berenang ke permukaan dan lemah, menyendiri, tidak nafsu makan, produksi mukus berlebih, perdarahan pada tubuh dan sirip, diskolorasi tubuh, insang tampak berwarna putih. Pada organ dalam, ginjal, hepar, limpa dan jantung terlihat pucat. Hasil pemeriksaan dengan PCR menunjukkan 3 (tiga) sampel positif KHV dengan munculnya *band/pita* pada 409 bp, sehingga prevalensi kejadian KHV sebesar 100%. Dari hasil penelitian ini, rekomendasi yang dapat diambil antara lain menggunakan ikan sehat yang berasal dari sumber bebas penyakit, menerapkan biosekuriti dan karantina, menurunkan padat penebaran, serta monitoring dan surveilan KHV perlu dilakukan secara terus-menerus pada budidaya ikan mas, hal itu diperlukan untuk deteksi dini dan menentukan tindakan-tindakan yang diambil secara cepat jika terdeteksi KHV pada suatu unit budidaya.

Kata kunci: ikan mas; KHV; koi herpesvirus; molekuler; PCR

ABSTRACT

Koi Herpesvirus (KHV) disease is a significant threat to the common carp culture industry, including in the Kampar region of Riau, which has great potential in the fisheries sector in Indonesia. KHV infection can occur horizontally and has a mortality rate of up to 100%. Although it is known that KHV can cause high mortality rates, early detection and prevention of this disease is still a challenge in the field. This study aimed to detect KHV by molecular method (PCR) in common carp cultured in the Kampar region, Riau. The technique used was molecular, namely conventional PCR. The results showed that KHV-positive carp showed symptoms of swimming to the surface and being weak, solitary, having no appetite, excessive mucus production, hemorrhage on the body and fins, discoloration, and whitish gills. The internal organs, the kidneys, liver, spleen, and heart, looked pale. PCR examination results showed 3 (three) KHV-positive samples with the appearance of a band at 409 bp, so the prevalence of KHV was 100%. From the results of this study, recommendations that can be taken include using healthy fish from disease-free sources, implementing biosecurity and quarantine, reducing stocking density, and

monitoring and surveillance of KHV need to be carried out continuously in common carp aquaculture; it is necessary for early detection and determining actions to be taken quickly if KHV is detected in an aquaculture unit.

Keywords: *common carp; KHV; koi herpesvirus; molecular; PCR*

PENDAHULUAN

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas penting dan bernilai ekonomi tinggi, yang merupakan jenis ikan yang sering dilalulintaskan antar area serta merupakan salah satu komoditas perikanan ekspor Indonesia. Kabupaten Kampar di Provinsi Riau merupakan salah satu daerah sentra pembudidayaan ikan mas penting di Pulau Sumatera. Berdasarkan data BPS Kabupaten Kampar (2021) dalam Simanullang *et al.* (2023), pada tahun 2017–2019 produksi ikan mas di Kabupaten Kampar mengalami penurunan, dari 27.690,86 ton menjadi 9.530,93 ton. Permasalahan tersebut antara lain disebabkan menurunnya luasan lahan yang digunakan, penggunaan induk ikan yang bukan unggulan, pemberian pakan yang kurang memenuhi kebutuhan gizi, serta serangan penyakit.

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam produksi ikan mas adalah serangan penyakit, salah satunya adalah Koi Herpesvirus (KHV). Penyakit KHV merupakan ancaman signifikan terhadap industri budidaya ikan mas di Indonesia, salah satunya di wilayah Kampar, Riau, yang memiliki potensi besar dalam sektor perikanan. Tingkat kematian ikan akibat infeksi KHV pada budidaya ikan mas dapat mencapai 80 - 100% (Amin *et al.*, 2018). Menurut Chong (2022) selain menyebabkan kematian yang cepat dan tinggi (>80 %), penyakit ini telah menyebar secara global melalui perdagangan ikan mas dan koi yang merupakan pembawa laten KHV. Virus ini menyerang ikan mas pada semua kelompok umur ikan kecuali larva yang terlihat lebih toleran terhadap KHV, meskipun pada infeksi percobaan, ikan yang lebih muda lebih rentan terhadap infeksi KHV (WOAH, 2024). Ikan yang terinfeksi menunjukkan gejala diantaranya peningkatan produksi mukus pada kulit dan insang, seringkali menunjukkan gejala mata cekung, nekrosis pada jaringan insang dan kulit, serta pendarahan pada kulit dan sirip (Liu *et al.*, 2018; Bergmann *et al.*, 2020).

KHV telah diklasifikasikan sebagai cyprinid herpesvirus-3 (CyHV-3) mengikuti nomenklatur cyprinid herpesvirus lainnya: CyHV-1 (virus cacar ikan mas, virus papiloma ikan) dan CyHV-2 (virus nekrosis hematopietik ikan mas). CyHV-3 telah ditetapkan sebagai jenis spesies dari genus Cyprinivirus baru dalam keluarga Alloherpesviridae, yang juga mencakup CyHV-1 dan CyHV-2. Namun, nama KHV tetap dipertahankan dalam WOA *Aquatic Code* dan *Aquatic Manual* untuk alasan

kesinambungan/kontinuitas dan digunakan di sini secara sinonim dengan CyHV-3 (WOAH, 2024). Ukuran genom KHV dikonfirmasi sebesar 295 kbp. Nukleokapsid virus berbentuk icosahedral, berukuran diameter 100-110 nm dan dikelilingi oleh selubung. Virion yang telah matang memiliki selubung amplop sehingga ukuran diameter totalnya berkisar antara 170 hingga 230 nm pada berbagai jenis sel yang terinfeksi (WOAH, 2024).

Meskipun telah diketahui bahwa KHV dapat menyebabkan tingkat mortalitas yang tinggi, deteksi dini dan pencegahan penyakit ini masih menjadi tantangan di lapangan. Penggunaan metode molekuler dalam penelitian ini dilakukan karena memiliki keunggulan antara lain spesifisitas dan sensitivitas yang cukup tinggi. Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan mendeteksi KHV dengan metode molekuler (PCR) pada ikan mas yang dibudidayakan di wilayah Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.

METODOLOGI

Sampel penelitian ini adalah ikan mas sebanyak 3 (tiga) ekor yang menunjukkan tingkah laku dan gejala klinis terserang penyakit, yang diperoleh dari PLTA Koto Panjang, Desa Merangi, Kecamatan Kuok, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau pada tahun 2023. Selanjutnya, pengujian dilakukan di Laboratorium Penguji Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (Stasiun KIPM) Pekanbaru, Provinsi Riau. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode penelitian deskriptif observasional yaitu penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan suatu fenomena, kejadian, atau situasi yang ada tanpa berusaha untuk mengubah atau memanipulasi variabel yang sedang diamati. Penelitian ini berfokus pada observasi atau pengamatan terhadap objek atau fenomena yang terjadi secara alami di lingkungan tertentu (Nazir, 2014). Metode perhitungan yang digunakan adalah dengan menentukan perhitungan prevalensi. Prevalensi merupakan gambaran tentang persentase ikan terinfeksi yang ditemukan pada suatu waktu tertentu di suatu tempat tertentu. Pengukuran prevalensi KHV menggunakan rumus:

$$\text{Prevalensi Penyakit} = \frac{\Sigma \text{ sampel ikan yang terinfeksi virus (ekor)}}{\Sigma \text{ sampel yang diamati (ekor)}} \times 100 \% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

Prevalensi = Persentase jumlah sampel ikan yang terinfeksi virus dibagi jumlah sampel ikan yang diamati
 Σ = Jumlah

Ekstraksi DNA

Sampel jaringan ikan yang digunakan adalah insang sebanyak 20 mg. Metode ekstraksi menggunakan metode Lysis Buffer sesuai manual IQ 2000. Bahan yang digunakan untuk ekstraksi yaitu Lysis Buffer, etanol, ddH₂O atau TE Buffer. Langkah ekstraksi yaitu sampel dimasukkan ke dalam mikrotube 1,5 ml yang telah berisi 500 µl Lysis Buffer, dihomogenkan dengan *paste* dan diinkubasi pada 95°C selama 10 menit. Selanjutnya disentrifugasi pada 12.000 rpm selama 10 menit. Kemudian diambil supernatannya sebanyak 200 µl dan dimasukkan ke dalam mikrotube baru 1,5 ml, dan ditambahkan dengan 400 µl etanol 95 %. Campur dengan memvortex sesaat, kemudian disentrifugasi pada 12.000 rpm selama 5 menit, supernatannya dibuang dan pelet dikeringanginkan. Kemudian pelet tersebut dilarutkan dengan ddH₂O atau TE Buffer, dan sampel hasil ekstraksi siap untuk dilakukan amplifikasi PCR.

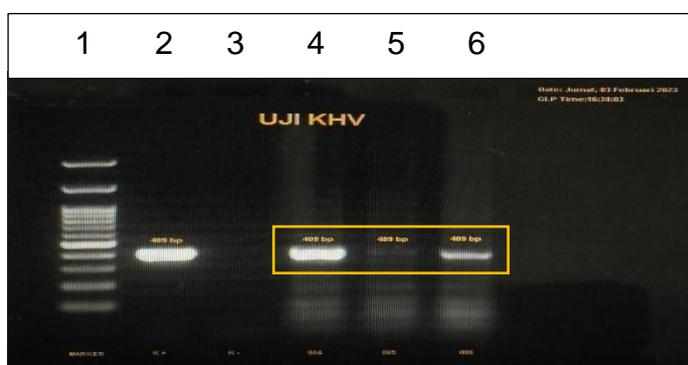
Amplifikasi

Amplifikasi dilakukan dengan menggunakan master mix PCR, ddH₂O, *template* (hasil ekstraksi), *template* positif KHV, *template* negative KHV, dan primer Thymidine Kinase (TK) KHV F 5'-GGGTTACCTGTACGAG-3' dan primer KHV R 5'-CACCCAGTAGATTATGC-3' yang menghasilkan produk PCR 409 bp (Bercovier *et al.*, 2005). Proses amplifikasi meliputi tahapan 1 siklus 94°C selama 5 menit, diikuti dengan tahap amplifikasi 40 siklus (94°C) selama 1 menit, annealing 55°C selama 1 menit dilanjutkan ekstensi 72°C selama 1 menit) dan tahap ekstensi akhir 72°C selama 1 menit. Hasil PCR selanjutnya divisualisasi dengan elektroforesis menggunakan 1.5% gel agarose dan pewarnaan menggunakan *SYBR Green* 0.5 µg/ml. DNA marker yang digunakan yaitu DNA marker 100bp dan sampel menunjukkan positif KHV jika terlihat pita band pada posisi 409 bp. Analisis hasil dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengamatan gejala klinis, dilanjutkan hasilnya dikonfirmasi dengan uji PCR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan metoda PCR dan gejala klinis yang tampak, dapat dipastikan sampel penelitian positif terinfeksi KHV. Hasil pengujian KHV pada sampel ikan mas menunjukkan seluruh sampel terdeteksi positif KHV, yaitu dengan munculnya pita/*band* pada 409 bp sesuai dengan kontrol positif (Gambar 1). Setelah diketahui jumlah yang terinfeksi, selanjutnya dihitung prevalensi KHV. Hasil dari perhitungan prevalensi serangan KHV pada sampel ikan mas dari Kabupaten Kampar

adalah sebesar 100 % dengan rincian dari 3 (tiga) sampel ikan mas yang diambil, terdeteksi KHV sebanyak 3 (tiga) ikan mas.



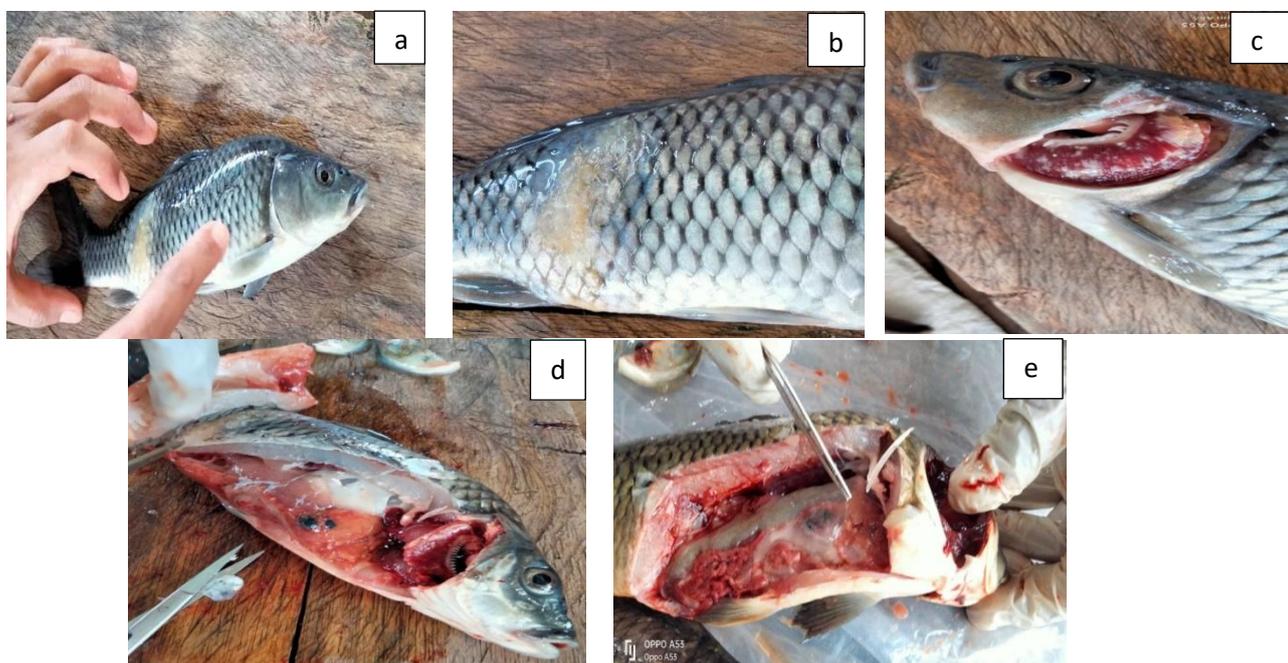
Gambar 1. Visualisasi hasil pengujian PCR pada sampel ikan mas yang menunjukkan positif KHV. Lane (1) Marker 100bp; (2) kontrol positif; KHV (3) kontrol negatif; (4) sampel a; (5) sampel b; (6) sampel c
Figure 1. Visualization of PCR test results on common carp samples that shown positive of KHV. Lane (1) 100bp Marker; (2) positive control; (3) negative control; (4) sample a; (5) sample b; (6) sample c
Sumber: Data Primer/ Source: Primary Data

Penggunaan metode molekuler untuk mendeteksi KHV telah banyak diterapkan di laboratorium-laboratorium uji di Indonesia. Organisasi Kesehatan Hewan Dunia merekomendasikan metode molekuler dengan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) konvensional sebagai salah satu metode diagnosa KHV. Selain PCR konvensional, deteksi KHV juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode *quantitative* PCR (qPCR) serta sekuens asam nukleat (WOAH, 2024). Penggunaan metode molekuler dalam penelitian ini dilakukan karena memiliki keunggulan antara lain spesifisitas dan sensitivitas yang tinggi, akurat, dapat mendeteksi sampel yang beragam, serta dapat menganalisis banyak sampel dalam waktu relatif singkat.

PCR konvensional memiliki kemampuan deteksi yang cukup sensitif terhadap jumlah DNA virus yang kecil. Dengan menggunakan teknik ini, infeksi KHV dapat terdeteksi meskipun virus ada dalam jumlah yang rendah pada sampel ikan, yang membuat deteksi menjadi lebih efektif (WOAH, 2024). Primer yang digunakan dalam pengujian KHV dalam penelitian ini dirancang khusus untuk mengidentifikasi urutan DNA yang unik pada virus KHV. Hal ini memastikan bahwa hanya DNA dari KHV yang akan terdeteksi. Dengan demikian, PCR memberikan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan dalam mendeteksi KHV (Bercovier *et al.*, 2005). Karena PCR dapat mendeteksi DNA virus sebelum gejala klinis terlihat pada ikan, teknik ini memungkinkan deteksi dini (Pranawaty *et al.*, 2012). Hal ini sangat penting untuk mencegah penyebaran

penyakit ke ikan lain dalam unit budidaya, serta memberikan waktu yang cukup untuk mengambil tindakan pencegahan yang tepat.

Teknik PCR juga memungkinkan pengujian sejumlah besar sampel dalam waktu yang relatif singkat, yang sangat berguna dalam kasus-kasus yang terjadi pada budidaya ikan mas. Dengan metode ini, berbagai sampel dari unit-unit budidaya dapat diperiksa untuk mengetahui apakah ada ikan yang terinfeksi, bahkan tanpa gejala klinis yang jelas. PCR juga dapat digunakan untuk mendeteksi KHV dalam berbagai jenis sampel biologis, termasuk insang, organ dalam, darah, atau cairan tubuh lainnya. Hal ini memudahkan proses pengambilan sampel untuk mendeteksi KHV pada ikan, baik yang terinfeksi dengan gejala klinis maupun yang tidak/belum menunjukkan gejala klinis yang jelas.



Gambar 2. Gejala Ikan mas yang terinfeksi KHV. (a) produksi mukus berlebih disertai luka; (b) luka pada bagian caudal ikan; (c) insang menunjukkan warna putih kecoklatan dan geripis; (d) dan (e) organ ginjal, limpa, hepar dan jantung nampak berwarna keputihan.

Figure 2. Symptoms of common carp infected by KHV. (a) excessive mucus production and wounds; (b) wounds on the caudal part of fish; (c) gills show a brownish white color and are brittle; (d) and (e) kidneys, spleen, liver, and heart appear pale.

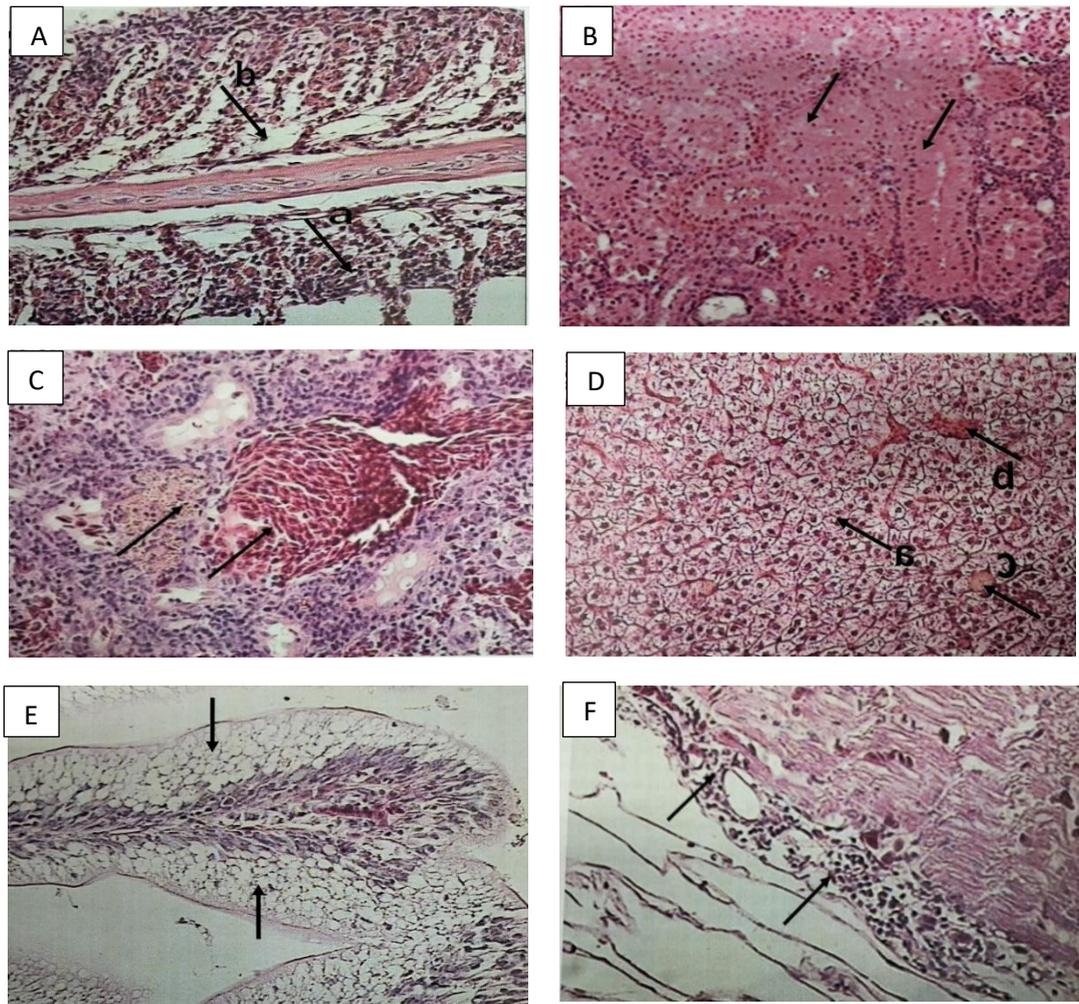
Sumber: Data Primer/ Source: Primary Data

Selain deteksi molekuler dengan PCR konvensional, pemeriksaan tingkah laku dan gejala klinis Ikan mas dilakukan dalam rangka memperkuat diagnosa penyakit KHV. Ikan mas yang terinfeksi KHV menunjukkan gejala diantaranya berenang ke permukaan, menyendiri, pergerakan lemah, tidak nafsu makan, produksi mukus berlebih, terdapat lesi (luka) pada tubuh, perdarahan pada kulit dan sirip, insang

mengalami nekrosis (warna keputihan). Pada organ-organ dalam seperti hepar, limpa, ginjal dan jantung terlihat pucat. Gambaran perubahan organ luar dan dalam pada ikan mas yang terinfeksi KHV dapat dilihat pada Gambar 2.

Gejala klinis penyakit KHV pada ikan mas meliputi tanda-tanda adanya kelesuan dan kehilangan nafsu makan, insang mengalami erosi dan tampak pucat serta mengalami nekrosis. Ikan mengalami sekresi mukus yang berlebihan, warna ikan menjadi lebih pucat, mata cekung, dan adanya pengelupasan kulit (Liu *et al.*, 2018). Hartman *et al.* (2013) menyatakan bahwa infeksi KHV dapat menyebabkan lesi insang yang parah dan nampak bercak-bercak merah serta putih pada insang. Tanda klinis ikan yang terserang KHV pada umumnya nampak lesi putih dan cokelat, hal itu disebabkan nekrosis jaringan lamela insang. Namun, tidak semua gejala klinis tersebut akan muncul pada setiap infeksi KHV. Menurut Gray *et al.* (2002), diskolorasi dan peningkatan frekuensi pernafasan merupakan 2 (dua) hal utama yang pasti muncul pada infeksi KHV. Penelitian yang dilakukan oleh Oh *et al.* (2001) menunjukkan gejala utama ikan yang terinfeksi KHV adalah kulit mengelupas, kulit dan insang berwarna pucat serta nekrotik.

Ikan yang terserang KHV juga menunjukkan perubahan pada organ-organ dalamnya antara lain hepar membesar dan terlihat pucat, serta ditemukan adanya bercak putih pada organ tersebut. Ginjal mengalami pembengkakan dan pucat (Sugianti, 2012). Pembesaran limpa dan ginjal, serta nekrosis pada organ-organ hepar, ginjal, dan limpa ditemukan pada ikan dengan penyakit KHV (Liu *et al.*, 2018). Beberapa peneliti lainnya menemukan ikan yang terinfeksi KHV mengalami gejala disfungsi hepar dan sistem osmoregulasi, hipoproteinemia, serta immunosupresif sehingga rentan terhadap infeksi patogen sekunder (Hedrick *et al.*, 2000; Perelberg *et al.*, 2003; Tauhid *et al.*, 2004). Pada ikan rentan, infeksi KHV dapat menimbulkan perubahan dan kerusakan pada organ-organ target. Kematian ikan dapat berlangsung sangat cepat pada populasi yang terinfeksi, sekitar 24 – 48 jam setelah gejala klinis pertama kali terlihat (Hartman *et al.*, 2013). Morbiditas populasi ikan yang terkena dampak infeksi KHV dapat mencapai 100 %, dan kematian sebesar 80-100% (Amin *et al.*, 2004). Menurut Negenborn *et al.* (2015), peradangan dan disfungsi osmoregulasi yang parah pada insang, usus, dan ginjal merupakan kontributor utama kematian pada kasus perkembangan penyakit akut.



Gambar 3. Gambaran histopatologi ikan mas yang terinfeksi KHV : Insang (A): proliferasi sel-sel epitel lamella sekunder (a) dan edema (b); Ginjal (B): penebalan lumen dan nekrosis tubulus; Limpa (C): kongesti (a) dan infiltrasi MMC (b); Hepar (D): degenerasi hidropik (a), kongesti (b), infiltrasi MMC (c); Usus (E): proliferasi sel-sel goblet; Jantung (F): epikarditis.

Figure 3. Histopathologic features of common carp infected by KHV : Gills (A): proliferation of secondary lamella epithelial cells (a) and edema (b); Kidney (B): lumen thickening and tubules necrosis; Spleen (C): congestion (a) and infiltration of MMC (b); Liver (D): hydropic degeneration (a), congestion (b), MMC infiltration (c); Intestine (E) proliferation of goblet cells; Heart (F): epicarditis .

Sumber: Sugianti, 2012/ Source: Sugianti, 2012

Pemeriksaan secara histopatologi telah dilakukan oleh Sugianti (2012), yang menemukan adanya perubahan yang terjadi pada organ-organ insang, ginjal, limpa, hepar, usus dan jantung, pada ikan-ikan dengan penyakit KHV. Pada jaringan insang ditemukan adanya proliferasi sel-sel epitel lamella sekunder, fusi lamella, dan hipertrofi sel-sel epitel lamella insang. Jaringan ginjal menunjukkan adanya edema, infiltrasi *Melano Macrophage Centres* (MMC), haemorrhagi, tubulus yang mengalami nekrosis, dan lumen tubulus yang menebal. Pada jaringan limpa nampak peningkatan aktivitas

limfosit dan MMC. Jaringan hepar menunjukkan adanya degenerasi hidropik, kongesti, karioreksis inti hepatosit, dan infiltrasi sel radang. Pada jaringan usus ditemukan adanya peningkatan aktivitas sel-sel goblet, fusi vili usus, kongesti, edema, dan nekrosis pada kripta usus. Selanjutnya, pada jaringan jantung nampak epikarditis, miokarditis, perikarditis, dan haemorrhagi. Beberapa contoh gambaran histopatologi insang, ginjal, limpa, hepar, usus dan jantung pada ikan mas dengan penyakit KHV disajikan pada Gambar 3.

Cara penularan utama KHV adalah secara horizontal. Semua kelompok umur ikan kecuali larva, tampaknya rentan terhadap infeksi KHV, meskipun pada infeksi percobaan ikan yang lebih muda (hingga usia 1 tahun) lebih rentan terhadap infeksi (WOAH, 2024). Penyebaran (penularan) KHV meliputi kontak langsung dengan ikan yang terinfeksi, cairan dari ikan dan air yang terinfeksi, lumpur atau fomite/vektor lain yang bersentuhan dengan sistem yang terkontaminasi (Hartman *et al.*, 2013). Berdasarkan penelitian Matras *et al.* (2019), KHV juga dapat ditularkan oleh ikan-ikan grass carp, prussian carp, tench, dan bullhead sebagai carrier kepada ikan mas naif. Beberapa peneliti menemukan bahwa insang dan usus merupakan pintu utama masuknya virus pada ikan mas (Gilad *et al.*, 2004; Pikarsky *et al.*, 2004). Namun, penelitian yang dilakukan Costes *et al.* (2009) menemukan kulit ikan mas merupakan pintu masuk utama KHV. Selanjutnya, virus menyebar secara sistemik dari titik masuk utama ke organ-organ dalam. Tingkat DNA KHV yang tinggi telah terdeteksi pada jaringan ginjal, limpa, hati dan usus (Pikarsky *et al.*, 2004).

Kejadian infeksi KHV di seluruh dunia sangat tinggi, maka diperlukan strategi pengendaliannya untuk mencegah terjadinya kerugian ekonomi yang besar. Virus KHV tahan di dalam lingkungan perairan sehingga sangat sulit untuk diberantas. Studi di Israel telah menunjukkan bahwa KHV tetap bertahan hidup di dalam air setidaknya selama 4 jam, tetapi kurang dari 21 jam pada suhu air 23-25°C (Perelberg *et al.*, 2003). Menurut Shimizu *et al.* (2006), KHV tetap infeksi selama lebih dari 7 hari ketika disimpan dalam sampel air lingkungan yang telah disterilkan dengan autoklaf atau filtrasi. Selain itu, ada bukti yang menunjukkan bahwa ikan yang selamat dari infeksi KHV dapat terinfeksi virus secara terus-menerus dan dapat mempertahankan virus untuk waktu yang lama tanpa menunjukkan tanda-tanda klinis infeksi (Klafack *et al.*, 2022). Berkaitan dengan hal tersebut, pengetahuan tentang jalur infeksi dan penularan KHV sangat penting untuk strategi pengendaliannya. Penularan KHV secara horizontal dapat dikontrol melalui pemilihan ikan sehat yang berasal dari sumber yang bebas penyakit, penerapan biosekuriti dan karantina. Selain itu, penggunaan probiotik (Mancheva *et al.*,

2023) dan vaksinasi (WOAH, 2024), serta menurunkan padat penebaran juga dapat dipertimbangkan dalam rangka pencegahan. Monitoring dan surveilan secara rutin perlu dilakukan karena deteksi dini penyakit sangat penting agar tindakan pengendalian dapat dilakukan lebih dini. Virus dapat diinaktivasi dengan radiasi UV dosis $4,0 \times 10^3 \mu$ Ws/cm², suhu lebih dari 50°C selama 1 menit, serta perlakuan dengan iodophor (200 mg/liter) selama 30 detik pada suhu 15°C. Disinfektan berikut ini juga efektif untuk inaktivasi virus yaitu benzalkonium klorida pada 60 mg/liter selama 20 menit, etil alkohol pada 30% selama 20 menit dan natrium hipoklorit pada 200 mg/ liter selama 30 detik, semuanya pada suhu 15°C (Kasai *et al.*, 2005).

KESIMPULAN

Koi Herpesvirus (KHV) terdeteksi pada seluruh sample ikan mas yang berasal dari Kabupaten Kampar, Provinsi Riau, yang diuji dengan metode molekuler (PCR). Ikan-ikan yang terinfeksi KHV tersebut menunjukkan gejala berenang ke permukaan dan menyendiri, pergerakan lemah dan tidak nafsu makan, produksi mukus berlebihan, terdapat lesi (luka) pada tubuh, diskolorasi dan perdarahan pada permukaan tubuh, dan insang mengalami nekrosis (warna keputihan). Organ-organ dalam seperti ginjal, limpa, hepar dan jantung nampak pucat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., Adrianti, D.N., Lasmika, N.L.A., & Ali, M. (2018). Detection of Koi Herpesvirus in healthy common carps, *Cyprinus carpio* L. *Virus Disease*, Vol 29, 445-452.
- Bercovier, H., Fishman, Y., Nahary, R., Sinai, S., Zlotkin, A., Eyngor, M., ... Hedrick, R.P. (2005). Cloning of the koi herpesvirus (KHV) gene encoding thymidine kinase and its use for a highly sensitive PCR based diagnosis. *BMC Microbiology*, 2005, 5:13. Retrived from: <http://www.biomedcentral.com/1471-2180/5/13>.
- Bergmann, S.P., Jin, Y., Franzke, K., Grunow, B., Wang, Q., & Klafack, S. (2020). Koi herpesvirus (KHV) and KHV disease (KHVD) - a recently updated overview. *Journal of Applied Microbiology*, Vol 129 (1), 98-103.
- Chong, R.S.M. (2022). Koi herpesvirus disease. *Aquacultur Pathophysiology*, Vol 1, 189-199.
- Costes, B., Raj, V.S., Michel, B., Fournier, G., Thirion, M., Gillet, L., ... Vanderplasschen, A. (2009). The major portal of entry koi herpesvirus in *Cyprinus carpio* is the skin. *Journal of Virology*. Retrieved from: <http://doi.org/10.1128/jvi.02305-08>.
- Gilad, O., Yun, S., Vergara, F.J.Z., Leutenegger, C.M., Bercovier, H., & Hedrick, R.P. (2004). Concentration of koi herpesvirus (KHV) in tissues of experimentally infected *Cyprinus carpio* koi as assessed by real-time Taqman PCR. *Diseases of Aquatic Organisms*, Vol 60, 179 – 187.

- Gray, W.L., Mullis, L., LaPatra, S.E., Groff, J.M., & Goodwin, A. (2002). Detection of koi herpesvirus DNA in tissues of infected fish. *Journal of Fish Diseases*, Vol 25, 171 – 178.
- Hartman, K.H., Yanong, R.P.E., Pouder, D.B., Petty, B.D., Floyd Allen, R.F., C. Riggs, C., Waltzek, T.B. (2013). Koi Herpesvirus (KHV) Disease. *University of Florida, IFAS Extension (Factsheet VM-149-2013)*; Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Hedrick, R.P., Gilad, O., Yun, S., Spangenberg, J.V., Marty, G.D., Nordhausen, R.W., ... Eldar, A. (2000). A herpesvirus associate with mass mortality of juvenile and adult koi, a strain of a common carp. *Journal Aquatic Animal Health*, Vol 12, 44 – 57.
- Kasai, H., Muto, Y., & Yoshimizu, M. (2005). Virucidal effects of ultraviolet, heat treatment and disinfectants against Koi Herpesvirus (KHV). *Fish Pathology*, Vol 40 (3), 137-138.
- Klafack, S., Schroder, L., Jin, Y., Lenk, M., Lee, P., Fuchs, W., ... Bergmann, S.M. (2022). Development of an attenuated vaccine against Koi Herpesvirus Disease (KHVD) suitable for oral administration and immersion. *Npj Vaccines* 7: 106; Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41541-022-00525-6>.
- Liu, X., Hu, X., Lu, A., Sun, J., Chen, C., Huo, Y., & Song, Y. (2018). Histopathology and detection of cyprinid herpesvirus infection in two koi farms in Tianjin City (China). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh, IJA_70*:1532, 9.
- Mancheva, K., Danova, S., Ilieva, N.V., Simeonoka, L., Dobрева, L., & Atanasov, G. (2023). Koi herpesvirus highlight and potential of probiotics to reduce or even to prevent koi herpesvirus infection. *Acta Microbiologica Bulgarica*; Vol 39(2), 111-117.
- Matras, M., Stachnik, M., Borzym, E., Paluch, J.M., & Reichert, J.M.M. (2019). Potential role of different fish species as vectors of koi herpesvirus (CyHV-3) infection. *Journal of Veterinary Research*, Vol 63 (4), 507-511.
- Nazir, M. 2014. *Metoda Penelitian*. Jakarta. Penerbit Ghalia.
- Negenborn, J., van der Marel, M.C., Ganter, M., & Steinhagen, D. (2015). Cyprinid herpesvirus-3 (CyHV-3) disturbs osmotic balance in carp (*Cyprinus carpio* L.)- a potential cause of mortality. *Veterinary Microbiology*, Vol 177 (3-4), 280-288.
- Oh, M.J., Jung, S.J., Choi, T.J., Kim, R., Rajendran, K.H., Kim, Y.J., ... Chun, S.K. (2001). A viral disease occurring in cultured carp *Cyprinus carpio* in Korea. *Fish Pathology*, Vol 36, 147-151.
- Perelberg A., Smirnov, M., Hutoran, M., Diamant, A., Bejerano, Y., & Kotler, M. (2003). Epidemiological description of a new viral disease afflicting cultured *Cyprinus carpio* in Israel. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, Vol 55, 5-12.
- Pikarsky, E., Ronen, A., Abramowits, J., Sivan, B.L., Hutoran, M., Shapira, Y., ... Kotler, M. (2004). Pathogenesis of acute viral disease induced in fish by carp interstitial nephritis and gill necrosis virus. *Journal of Virology*, Vol 78, 9544-9551.
- Pranawaty, R.N., Buwono, I.D., & Liviawaty, E. (2012). Aplikasi Polymerase Chain Reaction (PCR) konvensional dan Real Time PCR untuk deteksi White Spot Syndrome Virus pada kepiting. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol 3 (4), 61-74.

- Shimizu T., Yoshida, N., Kasai, H., & Yoshimizu, M. (2006). Survival of koi herpesvirus (KHV) in environmental water. *Fish Pathology*, Vol 41, 153-157.
- Simanullang, B.P., Khairizal, A., Amin, M., & Khairudin. (2023). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi ikan mas keramba di Desa Koto Mesjid Kecamatan XIII Koto Kampar Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Dinamika Pertanian*, Edisi XXXIX (3), 219-224.
- Sugianti, B. (2012). *Variasi genetik dan perubahan patologik infeksi Koi Herpesvirus (KHV) pada Cyprinus carpio*. (Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia).
- Tauhid, Sunarto, A., Koesharyani, I., Supriyadi, H., & Gardenia, L. (2004). Strategi pengendalian penyakit koi herpesvirus (KHV) pada ikan mas dan koi. Laboratorium Riset Kesehatan Ikan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Jakarta. *Makalah dipresentasikan pada Workshop pengendalian penyakit Koi Herpesvirus (KHV) pada budidaya ikan air tawar, Bogor 28 September 2004*.
- World Organization for Animal Health (WOAH). (2024). *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals* (eleven edition 2024). Paris. WOA.H.