



Deteksi dan Prevalensi Infeksi (*Enterocytozoon Hepatopenaei*) pada Benur Udang Vanname (*Litopenaeus Vannamei*) di Jawa Timur

Detection and Prevalence of Enterocytozoon hepatopenaei Infection in Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Post-Larvae in East Java, Indonesia

Nunuk Ari Setyawati^{1*}, Sri Oetami Madyowati², Achmad Kusyairi³

^{1,2,3} 1Program Studi Budidaya Perairan, Fakultasnya Teknologi Pangan dan Perikanan, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya, Indonesia

Email: nunukari79@gmail.com

ABSTRAK

Udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas akuakultur bernilai ekonomi tinggi yang rentan terhadap hepatopancreatic microsporidiosis akibat infeksi *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP). Infeksi EHP pada stadia benur umumnya tidak menunjukkan gejala klinis yang jelas sehingga deteksi dini diperlukan untuk mencegah penyebaran penyakit ke tambak pembesaran. Penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan EHP dan menentukan prevalensi infeksinya pada benur udang vanname stadia PL16–PL20 yang berasal dari empat lokasi di Jawa Timur. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan teknik purposive sampling. Sebanyak 80 sampel benur dikumpulkan dari Banyuwangi, Situbondo, Sidoarjo, dan Tuban, masing-masing sebanyak 20 sampel. Deteksi EHP dilakukan melalui ekstraksi deoxyribonucleic acid (DNA), amplifikasi menggunakan polymerase chain reaction (PCR) dengan target fragmen 510 pasangan basa, dan visualisasi menggunakan elektroforesis gel agarosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel dari Banyuwangi dan Situbondo negatif terhadap EHP dengan prevalensi 0%. Sebaliknya, lima dari 20 sampel benur asal Sidoarjo terdeteksi positif dengan prevalensi 25%, sedangkan tiga dari 20 sampel asal Tuban positif dengan prevalensi 15%. Temuan ini menunjukkan bahwa infeksi EHP dapat terjadi sejak stadia benur dan memperlihatkan variasi prevalensi antarwilayah. Oleh karena itu, penerapan biosekuriti yang ketat, pengelolaan kualitas air yang optimal, serta penggunaan induk dan benur bersertifikat bebas patogen perlu diprioritaskan untuk mengurangi risiko penyebaran EHP pada sistem budidaya udang vanname.

INFO ARTIKEL

Article History:

Received 19/11/2025

Revised 05/12/2025

Accepted 24/01/2026

Published 30/03/2026

Kata Kunci:

- biosekuriti hatchery,
- deteksi molekuler,
- *Hepatopancreatic microsporidiosis*,
- kesehatan benur
- *polymerase chain reaction*



ABSTRACT

Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) is a high-value aquaculture commodity whose production can be adversely affected by hepatopancreatic microsporidiosis caused by Enterocytozoon hepatopenaei (EHP). EHP infection in post-larval shrimp often occurs without apparent clinical signs, making early detection essential to prevent disease dissemination to grow-out ponds. This study aimed to detect the presence of EHP and determine the prevalence of infection in Pacific white shrimp post-larvae (PL16–PL20) collected from four locations in East Java, Indonesia. A descriptive approach with purposive sampling was employed. A total of 80 post-larval samples were collected from Banyuwangi, Situbondo, Sidoarjo, and Tuban, with 20 samples obtained from each location. EHP detection was performed through deoxyribonucleic acid (DNA) extraction, polymerase chain reaction (PCR) amplification targeting a 510-bp fragment, and visualization by agarose gel electrophoresis. The results revealed that all samples from Banyuwangi and Situbondo were negative for EHP, resulting in a prevalence of 0%. In contrast, five of the 20 samples from Sidoarjo tested positive, corresponding to a prevalence of 25%, while three of the 20 samples from Tuban were positive, yielding a prevalence of 15%. These findings demonstrate that EHP infection can be detected at the post-larval stage and that infection prevalence varies among locations. Therefore, strengthening hatchery biosecurity, maintaining optimal water quality, and using certified pathogen-free broodstock and post-larvae should be prioritized to minimize the risk of EHP transmission in Pacific white shrimp aquaculture systems.

Key Words:

- hatchery biosecurity,
- hepatopancreatic microsporidiosis,
- molecular detection,
- pathogen surveillance,
- polymerase chain reaction

PENDAHULUAN

Udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan akuakultur dunia yang memiliki pertumbuhan cepat, tingkat adaptasi lingkungan yang tinggi, serta nilai ekonomi yang besar. Peningkatan intensifikasi budidaya dan aktivitas pembenihan telah mendorong kebutuhan benur yang berkualitas, seragam, sehat, dan bebas patogen. Keberhasilan produksi udang tidak hanya ditentukan oleh faktor genetik dan manajemen pakan, tetapi juga oleh kualitas air, kesehatan benur, serta efektivitas pengendalian penyakit pada unit pembenihan (*hatchery*) dan tambak pembesaran (Quyen et al., 2020; Yunarty et al., 2022). Oleh karena itu, pengawasan kesehatan benur menjadi aspek penting dalam menjaga keberlanjutan produksi udang vanname.

Salah satu penyakit yang saat ini menjadi perhatian dalam industri budidaya udang adalah hepatopancreatic microsporidiosis yang disebabkan oleh *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP). Patogen mikrosporidia ini tidak selalu menyebabkan kematian massal, tetapi dapat menimbulkan pertumbuhan lambat (*slow growth syndrome*), ukuran panen yang tidak seragam, peningkatan rasio konversi pakan, dan penurunan produktivitas yang berujung pada kerugian ekonomi yang signifikan (Geetha et al., 2022; Rajendran et al., 2016; Thitamadee et al., 2016). Selain itu, infeksi EHP diketahui berkaitan dengan perubahan mikrobioma hepatopankreas dan gangguan fungsi pencernaan yang dapat berdampak kronis selama siklus pemeliharaan. Permasalahan utama dalam pengendalian EHP adalah infeksi pada stadia awal, khususnya benur, sering berlangsung tanpa gejala klinis yang jelas

sehingga sulit dideteksi secara visual. Kondisi ini meningkatkan risiko penyebaran patogen ke tambak pembesaran melalui benur yang telah terinfeksi. Penularan EHP dilaporkan dapat terjadi secara horizontal melalui feses, bahan organik, lingkungan budidaya, dan kanibalisme, serta diduga berkaitan dengan sumber induk atau kontaminasi selama proses pembenihan (Tang et al., 2016; Vu-Khac et al., 2018). Di sisi lain, faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan pH yang tidak stabil dapat meningkatkan stres fisiologis dan menurunkan ketahanan benur terhadap infeksi penyakit (Aranguren Caro et al., 2021; Farabi & Latuconsina, 2023a; Supriatna, 2020). Berbagai penelitian telah melaporkan penggunaan metode molekuler untuk mendeteksi EHP pada udang budidaya. Polymerase Chain Reaction (PCR), *nested PCR*, *multiplex PCR*, serta pengembangan primer spesifik telah terbukti memiliki sensitivitas dan akurasi yang tinggi dalam mendeteksi DNA EHP pada sampel udang maupun lingkungan budidaya (Jaroenlak et al., 2016; Koiwai et al., 2018; Tang et al., 2016). Di Indonesia, penelitian mengenai prevalensi EHP telah dilakukan pada beberapa wilayah budidaya dan menunjukkan adanya variasi tingkat infeksi antar lokasi (Aras et al., 2023). Penelitian lain juga melaporkan bahwa kondisi pemeliharaan dan padat tebar dapat memengaruhi prevalensi penyakit pada udang vanname (Chudlari et al., 2024). Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada fase pembesaran, sedangkan informasi mengenai keberadaan dan prevalensi EHP pada benur yang berasal dari berbagai sentra pembenihan di Jawa Timur masih sangat terbatas.

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan keberadaan dan prevalensi *Enterocytozoon hepatopenaei* pada udang vanname di beberapa wilayah budidaya, sebagian besar kajian masih berfokus pada fase pembesaran. Informasi mengenai status infeksi EHP pada stadia benur sebagai sumber awal penyebaran penyakit masih terbatas, khususnya pada sentra-sentra pembenihan utama di Jawa Timur. Keterbatasan data tersebut menyebabkan belum tersedianya informasi dasar yang memadai untuk mendukung program biosekuriti dan seleksi benur bebas patogen sebelum penebaran ke tambak pembesaran.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi prevalensi infeksi EHP pada benur udang vanname stadia PL16–PL20 dari empat sentra pembenihan utama di Jawa Timur, yaitu Banyuwangi, Situbondo, Sidoarjo, dan Tuban, menggunakan metode Polymerase Chain Reaction (PCR) sebagai pendekatan deteksi dini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal mengenai distribusi infeksi EHP pada tingkat hatchery dan menjadi dasar bagi penguatan strategi pencegahan penyakit dalam sistem pembenihan udang vanname.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan *Enterocytozoon hepatopenaei* dan menghitung prevalensi infeksi EHP pada benur udang vanname stadia PL16–PL20 yang berasal dari Banyuwangi, Situbondo, Sidoarjo, dan Tuban. Hasil penelitian diharapkan memberikan manfaat teoritis berupa tambahan informasi ilmiah mengenai epidemiologi EHP pada stadia benur serta memperkaya data kesehatan udang di Indonesia. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi dasar dalam penguatan program biosekuriti hatchery, penerapan sistem monitoring kesehatan benur, serta pengambilan keputusan dalam pemilihan benur yang sehat dan bebas patogen untuk kegiatan budidaya udang vanname.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 20 Oktober–7 November 2025 di Laboratorium Karantina Ikan, Balai Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan Jawa Timur. Kegiatan penelitian meliputi pengambilan sampel benur, ekstraksi DNA, amplifikasi Polymerase Chain Reaction (PCR), visualisasi hasil elektroforesis, serta analisis data prevalensi infeksi *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP).

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan biologis yang digunakan berupa benur udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) stadia PL16–PL20 yang berasal dari empat sentra pembenihan di Jawa Timur, yaitu Banyuwangi, Situbondo, Sidoarjo, dan Tuban. Bahan lain yang digunakan meliputi kit ekstraksi DNA berbasis silika, PCR master mix, primer EHP-510F (5'-GCC TGA GAG ATG GCT CCC ACG T-3') dan EHP-510R (5'-GCG TAC TAT ACC CCA GAG CCC GA-3'), nuclease free water, agarosa, larutan buffer elektroforesis, DNA ladder, dan pewarna SYBR Safe.

Peralatan utama yang digunakan meliputi mikropipet, mikrocentrifuge, thermal cycler PCR, perangkat elektroforesis gel agarosa, UV transilluminator atau gel documentation system, serta peralatan laboratorium pendukung lainnya.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan survei untuk mendeteksi keberadaan EHP dan menghitung prevalensi infeksi pada benur udang vanname. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling berdasarkan stadia benur dan asal lokasi pembenihan.

Sebanyak 80 sampel benur digunakan dalam penelitian ini, yang terdiri atas 20 sampel dari masing-masing lokasi, yaitu Banyuwangi, Situbondo, Sidoarjo, dan Tuban. Setiap sampel dianalisis secara individual menggunakan metode PCR untuk menentukan status positif atau negatif terhadap EHP.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel

Benur udang vanname stadia PL16–PL20 dikumpulkan dari empat lokasi pembenihan di Jawa Timur. Sampel kemudian diberi kode berdasarkan lokasi asal dan disimpan dalam kondisi yang sesuai hingga proses analisis laboratorium dilakukan.

Ekstraksi DNA

Sampel benur atau jaringan hepatopankreas dipersiapkan secara aseptik. Sebanyak ± 20 mg sampel dihomogenkan menggunakan buffer ekstraksi, kemudian dilakukan ekstraksi DNA menggunakan kit berbasis silika sesuai prosedur pabrikan. DNA hasil ekstraksi dilusi dan digunakan sebagai templat untuk proses amplifikasi PCR.

Amplifikasi PCR

Deteksi EHP dilakukan menggunakan primer spesifik EHP-510F dan EHP-510R yang menghasilkan ampikon berukuran sekitar 510 bp. Reaksi PCR dilakukan dalam volume total 25 μ L yang terdiri atas PCR master mix, primer forward, primer reverse, templat DNA, dan nuclease free water.

Program amplifikasi meliputi denaturasi awal pada suhu 94°C selama 3 menit, diikuti 35 siklus yang terdiri atas denaturasi pada 94°C selama 30 detik, annealing pada 60°C selama 30 detik, dan ekstensi pada 72°C selama 30 detik. Tahap akhir dilakukan final extension pada 72°C selama 5 menit.

Visualisasi Produk PCR

Produk PCR divisualisasikan menggunakan elektroforesis gel agarosa 1,5% yang mengandung pewarna SYBR Safe. Elektroforesis dilakukan menggunakan DNA ladder sebagai penanda ukuran fragmen. Sampel dinyatakan positif EHP apabila menunjukkan pita DNA pada ukuran sekitar 510 bp yang sesuai dengan kontrol positif, sedangkan sampel dinyatakan negatif apabila tidak menunjukkan pita DNA target dan kontrol negatif tidak mengalami amplifikasi.

Pengukuran Kualitas Air

Data kualitas air pada lokasi asal sampel dikumpulkan sebagai informasi pendukung. Parameter yang diamati meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), salinitas, dan pH.

Analisis Data

Data hasil PCR dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk jumlah sampel positif, jumlah sampel negatif, dan prevalensi infeksi EHP pada masing-masing lokasi. Prevalensi infeksi dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Prevalensi (\%)} = (\text{Jumlah sampel positif} / \text{Jumlah sampel yang diperiksa}) \times 100$$

Data kualitas air disajikan secara deskriptif untuk mendukung interpretasi hasil deteksi EHP. Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel 2021.

HASIL DAN PEMBAHASAN

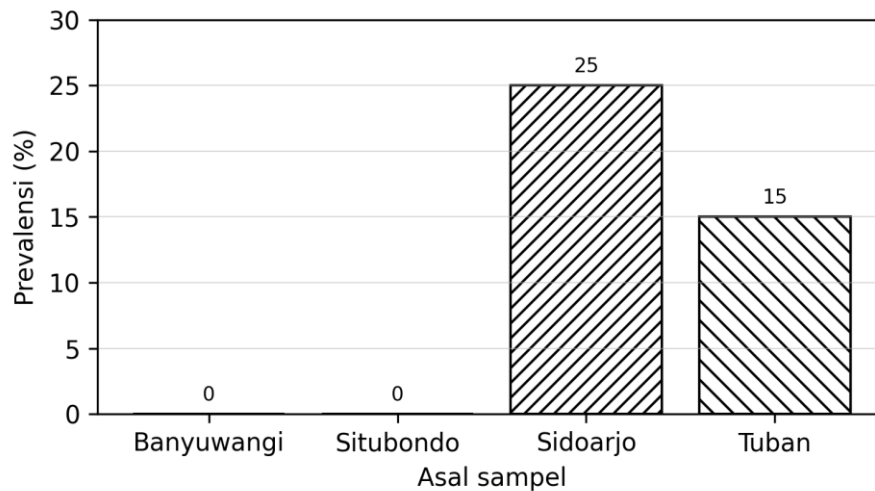
Deteksi dan Prevalensi *Enterocytozoon hepatopenaei* pada Benur Udang Vanname

Hasil deteksi menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) menunjukkan adanya perbedaan status infeksi *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) pada benur udang vanname yang berasal dari empat lokasi di Jawa Timur. Sampel dari Banyuwangi dan Situbondo tidak menunjukkan pita DNA target berukuran sekitar 510 bp sehingga dinyatakan negatif EHP. Sebaliknya, sampel dari Sidoarjo dan Tuban menunjukkan pita DNA yang sejajar dengan kontrol positif sehingga dikategorikan positif EHP. Ringkasan hasil deteksi dan prevalensi infeksi EHP disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil deteksi dan prevalensi *Enterocytozoon hepatopenaei* pada benur udang vanname

No	Asal benur	Stadia	Jumlah sampel	Negatif	Positif	Prevalensi (%)
1	Banyuwangi	PL16–PL20	20	20	0	0
2	Situbondo	PL16–PL20	20	20	0	0
3	Sidoarjo	PL16–PL20	20	15	5	25
4	Tuban	PL16–PL20	20	17	3	15

Keterangan: Data primer (2025).



Gambar 1. Persentase prevalensi EHP pada benur udang vannamee dari empat lokasi di Jawa Timur.

Prevalensi tertinggi ditemukan pada sampel asal Sidoarjo sebesar 25%, diikuti Tuban sebesar 15%, sedangkan seluruh sampel dari Banyuwangi dan Situbondo menunjukkan prevalensi 0% (Gambar 1). Temuan ini menunjukkan bahwa keberadaan EHP pada benur udang vannamee tidak seragam antarwilayah pembenihan. Perbedaan prevalensi tersebut mengindikasikan adanya variasi faktor risiko yang dapat berasal dari sumber induk, kualitas manajemen hatchery, penerapan biosekuriti, maupun kondisi lingkungan pemeliharaan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Aras et al., (2023) yang menunjukkan bahwa prevalensi EHP dapat berbeda antarwilayah surveilans dan dipengaruhi oleh tingkat penerapan biosekuriti pada unit budidaya. Variasi prevalensi yang ditemukan juga mendukung pendapat Chaijarasphong et al., (2021) bahwa penyebaran EHP sangat dipengaruhi oleh faktor manajemen dan lingkungan budidaya. Dengan demikian, keberhasilan pengendalian EHP tidak hanya bergantung pada deteksi patogen, tetapi juga pada konsistensi penerapan sistem biosekuriti di hatchery.

Infeksi EHP pada stadia benur memiliki implikasi penting karena fase ini merupakan sumber utama benih yang akan didistribusikan ke tambak pembesaran. Meskipun tidak menimbulkan gejala klinis yang jelas pada fase awal, keberadaan EHP dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan dan ketidakseragaman ukuran selama masa pemeliharaan. Temuan ini mendukung hasil penelitian yang menyatakan bahwa dampak utama infeksi EHP lebih terkait dengan penurunan performa pertumbuhan dibandingkan mortalitas akut (Kim et al., 2021; Rajendran et al., 2016). Oleh karena itu, deteksi dini pada stadia benur menjadi langkah strategis untuk mencegah penyebaran penyakit ke unit pembesaran dan mengurangi risiko kerugian ekonomi.

Secara epidemiologis, ditemukannya EHP pada benur asal Sidoarjo dan Tuban menunjukkan bahwa proses penularan patogen kemungkinan telah terjadi sejak tahap pembenihan. Tang et al., (2016) melaporkan bahwa EHP dapat ditransmisikan secara horizontal melalui feses, sisa jaringan terinfeksi, dan lingkungan budidaya. Selain itu, Vu-Khac et al., (2018) mengemukakan bahwa infeksi dapat terdeteksi sejak stadia awal perkembangan udang dan berpotensi berkaitan dengan sumber induk maupun proses

pemeliharaan larva. Kondisi tersebut menegaskan pentingnya program skrining kesehatan benur sebelum distribusi ke tambak pembesaran.

Kualitas Air dan Implikasinya terhadap Status Infeksi EHP

Selain deteksi patogen, kondisi lingkungan pemeliharaan juga diamati sebagai faktor pendukung yang dapat memengaruhi status kesehatan benur. Hasil pengukuran kualitas air pada lokasi asal sampel disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air pada asal sampel benur udang vanname

Asal benur	Stadia	Suhu (°C)	DO (mg/L)	Salinitas (ppt)	pH
Banyuwangi	PL16–PL20	27,5–29,9	5,09–6,22	31–33	7,06–7,82
Situbondo	PL16–PL20	28,0–29,0	5,10–6,89	31–32	7,92–8,20
Sidoarjo	PL16–PL20	22,5–26,5	4,2–5,6	33–35	6,90–7,06
Tuban	PL16–PL20	22,2–26,7	4,5–5,7	33–35	6,87–7,12

Keterangan: Data primer (2025). DO = dissolved oxygen.

Banyuwangi dan Situbondo menunjukkan kondisi kualitas air yang relatif lebih stabil dibandingkan Sidoarjo dan Tuban. Suhu berada pada kisaran optimal untuk pertumbuhan benur, oksigen terlarut berada di atas 5 mg/L, dan pH relatif stabil. Kondisi tersebut mendukung proses metabolisme dan membantu menekan stres fisiologis pada benur. Kisaran parameter tersebut sesuai dengan kondisi pemeliharaan yang direkomendasikan untuk budidaya udang vanname (Farabi & Latuconsina, 2023b; Iskandar et al., 2021; Yunarty et al., 2022). Sebaliknya, lokasi Sidoarjo dan Tuban menunjukkan suhu yang lebih rendah, nilai oksigen terlarut yang mendekati batas minimum, serta pH yang cenderung lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya. Kondisi lingkungan yang kurang optimal dapat meningkatkan stres fisiologis dan menurunkan respons pertahanan tubuh udang terhadap infeksi patogen. Supriatna, (2020) melaporkan bahwa perubahan pH dan kualitas air dapat memengaruhi proses fisiologis udang, sedangkan Hamzah et al., (2021) menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang kurang stabil sering ditemukan sebelum munculnya kasus EHP di tambak budidaya.

Meskipun penelitian ini tidak dirancang untuk membuktikan hubungan sebab-akibat antara kualitas air dan prevalensi EHP, hasil yang diperoleh menunjukkan adanya kecenderungan bahwa lokasi dengan kualitas air yang lebih stabil memiliki prevalensi EHP yang lebih rendah. Oleh karena itu, kualitas air dapat dipertimbangkan sebagai salah satu faktor pendukung yang berkontribusi terhadap status kesehatan benur dan keberhasilan pengendalian penyakit.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa deteksi molekuler menggunakan PCR efektif untuk mengidentifikasi infeksi EHP pada stadia benur sebelum gejala klinis muncul. Temuan ini memberikan kontribusi ilmiah berupa data prevalensi EHP pada sentra pembenihan utama di Jawa Timur dan memperkuat pentingnya penerapan biosekuriti sejak tahap hatchery. Dari sisi praktis, hasil penelitian dapat digunakan sebagai dasar dalam program monitoring kesehatan benur, seleksi benur bebas patogen, serta



penguatan kebijakan biosekuriti untuk menekan risiko penyebaran EHP pada sistem budidaya udang vanname.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) terdeteksi pada benur udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) stadia PL16–PL20 yang berasal dari Sidoarjo dan Tuban, sedangkan sampel dari Banyuwangi dan Situbondo tidak menunjukkan adanya infeksi EHP. Prevalensi infeksi yang diperoleh masing-masing sebesar 25% di Sidoarjo, 15% di Tuban, serta 0% di Banyuwangi dan Situbondo. Temuan ini mengindikasikan bahwa status kesehatan benur berbeda antarwilayah pembenihan dan menunjukkan bahwa infeksi EHP dapat terjadi sejak stadia awal pemeliharaan. Hasil penelitian ini memberikan informasi awal mengenai distribusi EHP pada benur udang vanname di sentra pembenihan Jawa Timur serta menegaskan pentingnya deteksi dini sebagai bagian dari upaya pengendalian penyakit pada tingkat hatchery. Oleh karena itu, penerapan deteksi EHP menggunakan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) secara rutin sebelum distribusi benur, penguatan biosekuriti hatchery, pemeliharaan kualitas air pada kisaran optimal, serta penggunaan induk dan benur bersertifikat bebas patogen perlu menjadi prioritas dalam sistem pembenihan udang vanname. Selain itu, penelitian lanjutan disarankan untuk melibatkan jumlah sampel dan lokasi yang lebih luas serta mengintegrasikan analisis histopatologi, kuantifikasi beban infeksi menggunakan qPCR, dan evaluasi faktor lingkungan maupun mikroorganisme penyerta guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai epidemiologi dan mekanisme penyebaran EHP pada benur udang vanname.

DAFTAR PUSTAKA

- Aranguren Caro, L. F., Alghamdi, F., De Belder, K., Lin, J., Mai, H. N., Millabas, J., Alrehaili, Y., Alazwari, A., Algetham, S., & Dhar, A. K. (2021). The Effect of Salinity on Enterocytozoon Hepatopenaei Infection in Penaeus Vannamei Under Experimental Conditions. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02778-0>
- Aras, A. K., Fikriyah, A., Pratiwi, G. A. I., & Nurlita, W. (2023). Prevalensi Infeksi EHP (Enterocytozoon hepatopenaei) Pada Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Berdasarkan Data Surveillance di Bali, Indonesia. *Media Akuakultur*, 17(2), 59. <https://doi.org/10.15578/ma.17.2.2022.59-65>
- Chaijarasphong, T., Munkongwongsiri, N., Stentiford, G. D., Aldama-Cano, D. J., Thansa, K., Flegel, T. W., Sritunyalucksana, K., & Itsathitphaisarn, O. (2021). The Shrimp Microsporidian Enterocytozoon Hepatopenaei (EHP): Biology, Pathology, Diagnostics and Control. *Journal of Invertebrate Pathology*, 186, 107458. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107458>



- Chudlori, M. S., Muhajir, M., & Sumaryam, S. (2024). Pengaruh Padat Tebar terhadap Prevalensi Penyakit EHP (Enterocytozoon Hepatopenaei) pada Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Mulai PL8-DOC40 di Bak-Bak Percobaan. *Ranah Research : Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(1), 17–25. <https://doi.org/10.38035/rrj.v7i1.1100>
- Farabi, A. I., & Latuconsina, H. (2023a). Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur. *Jurnal Riset Perikanan Dan Kelautan*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.33506/jrpk.v5i1.2097>
- Farabi, A. I., & Latuconsina, H. (2023b). Manajemen Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di UPT. BAPL (Budidaya Air Payau dan Laut) Bangil Pasuruan Jawa Timur. *Jurnal Riset Perikanan Dan Kelautan*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.33506/jrpk.v5i1.2097>
- Geetha, R., Avunje, S., Solanki, H. G., Priyadharshini, R., Vinoth, S., Anand, P. R., Ravisankar, T., & Patil, P. K. (2022). Farm-Level Economic Cost of Enterocytozoon Hepatopenaei (EHP) to Indian *Penaeus Vannamei* Shrimp Farming. *Aquaculture*, 548, 737685. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737685>
- Hamzah, H., Aswar, A., & Supito, S. (2021). Kondisi Udang Dan Air Pemeliharaan Sebelum Muncul Penyakit Ehp Di Udang Tambak Tradisional. *JOURNAL OF INDONESIAN TROPICAL FISHERIES (JOINT-FISH) : Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*, 4(2), 198–210. <https://doi.org/10.33096/joint-fish.v4i2.109>
- Iskandar, A., Rizki, A., Hendriana, A., Darmawangsa, G. M., Abuzzar, A., Khoerullah, K., & Muksin, M. (2021). Manajemen Pembenihan Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* di PT Central Proteina Prima, Kalianda, Lampung Selatan. *Jurnal Perikanan Terapan*, 2. <https://doi.org/10.25181/peranan.v2i1.1655>
- Jaroenlak, P., Sanguanrut, P., Williams, B. A. P., Stentiford, G. D., Flegel, T. W., Sritunyalucksana, K., & Itsathitphaisarn, O. (2016). A Nested PCR Assay to Avoid False Positive Detection of the Microsporidian Enterocytozoon hepatopenaei (EHP) in Environmental Samples in Shrimp Farms. *PLOS ONE*, 11(11), e0166320. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166320>
- Kim, B.-S., Jang, G.-I., Kim, S.-M., Kim, Y.-S., Jeon, Y.-G., Oh, Y.-K., Hwang, J.-Y., & Kwon, M.-G. (2021). First Report of Enterocytozoon Hepatopenaei Infection in Pacific Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Cultured in Korea. *Animals*, 11(11), 3150. <https://doi.org/10.3390/ani11113150>



- Koiwai, K., Kodera, T., Thawonsuwan, J., Kawase, M., Kondo, H., & Hirono, I. (2018). A Rapid Method for Simultaneously Diagnosing Four Shrimp Diseases Using PCR-DNA Chromatography Method. *Journal of Fish Diseases*, 41(2), 395–399. <https://doi.org/10.1111/jfd.12732>
- Quyen, N. T. K., Hien, H. V., Khoi, L. N. D., Yagi, N., & Karia Lerøy Riple, A. (2020). Quality Management Practices of Intensive Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farming: A Study of the Mekong Delta, Vietnam. *Sustainability*, 12(11), 4520. <https://doi.org/10.3390/su12114520>
- Rajendran, K. V., Shivam, S., Ezhil Praveena, P., Joseph Sahaya Rajan, J., Sathish Kumar, T., Avunje, S., Jagadeesan, V., Prasad Babu, S. V. A. N. V., Pande, A., Navaneeth Krishnan, A., Alavandi, S. V., & Vijayan, K. K. (2016). Emergence of Enterocytozoon hepatopenaei (EHP) in farmed *Penaeus* (*Litopenaeus*) *vannamei* in India. *Aquaculture*, 454, 272–280. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.034>
- Supriatna, Mr. (2020). Model Ph Dan Hubungannya Dengan Parameter Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Di Banyuwangi Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 368–374. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.8>
- Tang, K. F. J., Han, J. E., Aranguren, L. F., White-Noble, B., Schmidt, M. M., Piamsomboon, P., Risdiana, E., & Hanggono, B. (2016). Dense Populations of the Microsporidian Enterocytozoon Hepatopenaei (EHP) in Feces of *Penaeus Vannamei* Exhibiting White Feces Syndrome and Pathways of Their Transmission to Healthy Shrimp. *Journal of Invertebrate Pathology*, 140, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2016.08.004>
- Thitamadee, S., Prachumwat, A., Srisala, J., Jaroenlak, P., Salachan, P. V., Sritunyalucksana, K., Flegel, T. W., & Itsathitphaisarn, O. (2016). Review of Current Disease Threats for Cultivated *Penaeid* Shrimp in Asia. *Aquaculture*, 452, 69–87. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.028>
- Vu-Khac, H., Thi Thanh, T. N., Thi Thu, G. N., Hieu Le, C., & Nguyen, V. D. (2018). Vertical Transmission and Early Diagnosis of the Microsporidian Enterocytozoon Hepatopenaei in Whiteleg Shrimp *Penaeus Vannamei*. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 12(3), 1125–1131. <https://doi.org/10.22207/JPAM.12.3.11>
- Yunarty, Y., Kurniaji, A., Budiyati, B., Renitasari, D. P., & Resa, M. (2022). Karakteristik Kualitas Air dan Performa Pertumbuhan Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) secara Intensif. *Pena Akuatika : Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 21(1), 71. <https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v21i1.1871>