



Deteksi dan Prevalensi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) pada Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*) Menggunakan Nested PCR di Jawa Timur

Detection and Prevalence of White Spot Syndrome Virus (WSSV) in Bamboo Lobster (*Panulirus versicolor*) Using Nested PCR in East Java

Destik Rosyana^{1*}, Maria Agustini², Sumaryam³

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

Email: destikrosyana@gmail.com

ABSTRAK

Lobster bambu (*Panulirus versicolor*) merupakan komoditas krustasea bernilai ekonomi tinggi yang berpotensi menjadi pembawa berbagai agen penyakit, termasuk *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan WSSV dan menentukan prevalensinya pada lobster bambu yang dilalulintaskan melalui sistem karantina di Jawa Timur. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan molekuler terhadap 20 ekor lobster bambu asal Sumenep, Madura, yang diperiksa pada periode November–Desember 2025. Jaringan insang dan pleopod diekstraksi menggunakan silica extraction kit dan dianalisis menggunakan nested Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan primer 146F1/146R1 dan 146F2/146R2. Produk amplifikasi divisualisasikan melalui elektroforesis gel agarosa 1,5%. Hasil pengamatan klinis menunjukkan seluruh lobster tampak sehat tanpa gejala khas infeksi WSSV. Namun, hasil nested PCR mendeteksi satu sampel positif yang ditandai oleh pita DNA berukuran sekitar 941 bp, sedangkan 19 sampel lainnya menunjukkan hasil negatif. Berdasarkan hasil tersebut, prevalensi WSSV pada lobster bambu sebesar 5%. Temuan ini menunjukkan bahwa lobster bambu yang tampak sehat berpotensi berperan sebagai pembawa subklinis WSSV. Oleh karena itu, penerapan skrining molekuler secara rutin diperlukan untuk mendukung biosekuriti dan pengawasan lalu lintas komoditas krustasea melalui sistem karantina.

INFO ARTIKEL

Article History:

Received 12/12/2025

Revised 10/01/2026

Accepted 5/02/2026

Published 30/03/2026

Kata Kunci:

- deteksi molekuler,
- krustasea,
- lobster bambu,
- *White Spot Syndrome Virus*



ABSTRACT

Bamboo lobster (*Panulirus versicolor*) is a high-value crustacean commodity that may serve as a carrier of various pathogens, including White Spot Syndrome Virus (WSSV). This study aimed to detect the presence of WSSV and determine its prevalence in bamboo lobsters transported through the quarantine system in East Java, Indonesia. A descriptive study employing a molecular approach was conducted on 20 bamboo lobsters originating from Sumenep, Madura, collected between November and December 2025. Gill and pleopod tissues were subjected to DNA extraction using a silica extraction kit, followed by nested Polymerase Chain Reaction (PCR) analysis with primer pairs 146F1/146R1 and 146F2/146R2. Amplified products were visualized through 1.5% agarose gel electrophoresis. Clinical examination revealed that all lobsters appeared healthy and exhibited no characteristic signs of WSSV infection. However, nested PCR analysis detected WSSV in one sample, indicated by the presence of an approximately 941 bp DNA band, while the remaining 19 samples tested negative. The prevalence of WSSV infection was therefore calculated at 5%. These findings indicate that apparently healthy bamboo lobsters may act as subclinical carriers of WSSV, highlighting the importance of routine molecular surveillance to strengthen biosecurity measures and support the safe movement of crustacean commodities within the quarantine system.

Key Words:

- molecular detection,
- bamboo lobster (*Panulirus versicolor*),
- White Spot Syndrome Virus,
- water quality,
- disease surveillance

PENDAHULUAN

Lobster bambu (*Panulirus versicolor*) merupakan salah satu komoditas perikanan laut bernilai ekonomi tinggi yang memiliki permintaan pasar domestik dan ekspor yang terus meningkat. Spesies ini banyak dimanfaatkan sebagai komoditas konsumsi maupun perdagangan hidup karena memiliki nilai jual yang tinggi dan ketersediaannya masih didominasi oleh hasil tangkapan alam. Secara ekologis, lobster bambu hidup pada habitat terumbu karang, celah batu, dan substrat karang-pasir sehingga keberadaannya erat kaitannya dengan kesehatan ekosistem pesisir. Pemanfaatan lobster bambu yang semakin intensif menyebabkan lalu lintas komoditas ini terus meningkat, baik untuk kebutuhan perdagangan antardaerah maupun ekspor (Bakti et al., 2024; Pane et al., 2021).

Peningkatan lalu lintas komoditas krustasea berpotensi meningkatkan risiko penyebaran berbagai penyakit infeksius, salah satunya *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). Virus yang termasuk famili *Nimaviridae* ini merupakan agen penyebab White Spot Disease (WSD), salah satu penyakit viral paling merugikan pada krustasea. WSSV memiliki kisaran inang yang luas dan telah dilaporkan menginfeksi berbagai spesies udang, kepiting, crayfish, serta lobster. Infeksi WSSV dapat menyebabkan penurunan aktivitas, berkurangnya nafsu makan, munculnya bercak putih pada karapas, hingga mortalitas tinggi pada inang yang rentan (Chou et al., 1995; Escobedo-Bonilla et al., 2008; Kasornchandra et al., 1998; Pradeep et al., 2012).

Kerentanan lobster terhadap WSSV telah dibuktikan melalui berbagai penelitian. Musthaq et al., (2006) melaporkan bahwa *Panulirus homarus* dan *Panulirus ornatus* mengalami mortalitas tinggi setelah infeksi eksperimental WSSV, sementara keberadaan

virus dapat dideteksi pada berbagai organ seperti insang, hemolimfa, otot, dan appendages. Selain menyebabkan infeksi pada individu yang menunjukkan gejala klinis, WSSV juga dapat ditemukan pada organisme yang tampak sehat sehingga berpotensi berperan sebagai carrier subklinis. Kondisi ini menjadi perhatian penting karena organisme pembawa dapat menjadi sumber penyebaran penyakit melalui aktivitas perdagangan dan transportasi komoditas krustasea hidup (Nunan & Lightner, 2011; Talukder et al., 2021).

Di Indonesia, keberadaan WSSV telah banyak dilaporkan pada udang budidaya, terutama udang windu (*Penaeus monodon*) dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa metode Polymerase Chain Reaction (PCR) dan quantitative PCR (qPCR) mampu mendeteksi infeksi WSSV secara akurat, termasuk pada fase awal infeksi maupun pada organisme tanpa gejala klinis (Khofifah et al., 2023; Latritiani et al., 2017; Mahardika et al., 2017). Pada lobster, penelitian mengenai keberadaan WSSV masih relatif terbatas meskipun beberapa studi telah menegaskan pentingnya pengujian molekuler untuk mendeteksi infeksi laten pada krustasea yang tampak sehat (Bakti et al., 2024; Hidayat et al., 2023).

Meskipun keberadaan WSSV telah banyak dilaporkan pada udang budidaya dan beberapa spesies lobster, informasi mengenai prevalensi WSSV pada lobster bambu (*Panulirus versicolor*) yang diperiksa dalam sistem karantina lalu lintas komoditas di Indonesia masih sangat terbatas. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada deteksi WSSV pada udang budidaya atau pengujian eksperimental pada lobster, sedangkan data prevalensi pada lobster bambu yang diperdagangkan dan dilalulintaskan melalui jalur transportasi belum banyak dilaporkan.

Deteksi molekuler menggunakan nested Polymerase Chain Reaction (nested PCR) merupakan salah satu metode yang direkomendasikan untuk diagnosis WSSV karena memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Penggunaan primer 146F1/146R1 dan 146F2/146R2 mampu menghasilkan fragmen target sekitar 1.447 bp pada tahap pertama dan 941 bp pada tahap kedua sehingga banyak digunakan dalam kegiatan surveilans dan konfirmasi infeksi WSSV pada krustasea (Lo et al., 1996; Nunan & Lightner, 2011; World Organisation for Animal Health, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mendeteksi keberadaan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dan menghitung prevalensinya pada lobster bambu (*Panulirus versicolor*) yang dilalulintaskan melalui Bandara Juanda, Jawa Timur. ebaruan penelitian ini terletak pada penyajian data prevalensi WSSV pada lobster bambu yang diperiksa dalam sistem karantina lalu lintas komoditas menggunakan pendekatan nested PCR, yang hingga saat ini masih sangat terbatas dilaporkan di Indonesia. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai status kesehatan lobster bambu serta menjadi dasar dalam penguatan biosekuriti, surveilans penyakit, dan pengawasan lalu lintas komoditas krustasea di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan molekuler yang bertujuan mendeteksi keberadaan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) dan menghitung prevalensinya pada lobster bambu (*Panulirus versicolor*). Penelitian dilakukan melalui



pengamatan klinis, ekstraksi DNA, amplifikasi menggunakan metode nested *Polymerase Chain Reaction* (nested PCR), serta analisis prevalensi berdasarkan hasil deteksi molekuler.

Waktu, Tempat, dan Sampel Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 3 November–24 Desember 2025 di Laboratorium Karantina Ikan, Balai Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan (BKHIT) Jawa Timur. Sampel penelitian berupa 20 ekor lobster bambu (*Panulirus versicolor*) asal Sumenep, Madura, yang akan dilalulintaskan melalui Bandara Juanda.

Sampel diperoleh secara purposive berdasarkan ketersediaan komoditas lobster bambu yang diperiksa di BKHIT Jawa Timur selama periode penelitian. Setiap individu lobster digunakan sebagai satu unit sampel. Jaringan insang dan pleopod digunakan sebagai jaringan target karena memiliki peluang tinggi mengandung DNA virus pada infeksi subklinis (Musthaq et al., 2006b; World Organisation for Animal Health, 2023)

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi mikrotube 1,5 mL, pellet pestle, mikropipet, sentrifus, thermal cycler PCR, perangkat elektroforesis, UV transilluminator, dan peralatan laboratorium pendukung lainnya.

Bahan yang digunakan meliputi jaringan insang dan pleopod lobster bambu, GT buffer, silica extraction kit, etanol 70%, DEPC ddH₂O, nuclease free water, master mix PCR, primer 146F1, 146R1, 146F2, dan 146R2, agarosa, larutan TAE 1×, DNA ladder 100 bp, serta bahan habis pakai laboratorium lainnya.

Preparasi Sampel dan Ekstraksi DNA

Sampel diamati secara visual untuk mengetahui kondisi klinis, meliputi keberadaan bercak putih pada karapas, warna tubuh, respons gerak, dan tanda-tanda kelemahan. Sebanyak 30 mg jaringan dimasukkan ke dalam mikrotube 1,5 mL yang berisi 900 µL GT buffer, kemudian dihancurkan menggunakan pellet pestle hingga homogen. Sampel disentrifugasi pada kecepatan 12.000 rpm selama 3 menit. Sebanyak 600 µL supernatan dipindahkan ke mikrotube yang berisi 40 µL silica dan dicuci menggunakan GT buffer, etanol 70%, serta DEPC ddH₂O. Selanjutnya pellet diinkubasi pada suhu 55°C selama 10 menit dan disentrifugasi pada kecepatan 12.000 rpm selama 2 menit. Supernatan hasil ekstraksi digunakan sebagai DNA template untuk amplifikasi PCR.

Amplifikasi Nested PCR

Deteksi WSSV dilakukan menggunakan metode nested PCR. Reaksi first step PCR dan nested PCR masing-masing memiliki volume total 25 µL yang terdiri atas 12,5 µL master mix solution, 1 µL primer forward, 1 µL primer reverse, 2 µL DNA template, dan 8,5 µL nuclease free water.

Primer yang digunakan pada tahap pertama adalah 146F1 dan 146R1, sedangkan pada tahap kedua digunakan primer 146F2 dan 146R2. Metode nested PCR dipilih karena memiliki sensitivitas tinggi untuk mendeteksi infeksi WSSV pada sampel dengan konsentrasi DNA virus yang rendah atau tanpa gejala klinis (Ayub et al., 2007; Islam et al., 2023; Lo et

al., 1996). Setiap proses amplifikasi dilengkapi dengan kontrol positif dan kontrol negatif untuk memastikan validitas hasil deteksi.

Tabel 1. Primer dan kondisi amplifikasi nested PCR untuk deteksi WSSV

Tahap	Komponen/siklus	Keterangan
First step PCR	146F1: 5'-ACTACTAACTTCAGCCTATCTAG-3'	Primer forward
First step PCR	146R1: 5'-TAATGCGGGTGTAATGTTCTTACGA-3'	Primer reverse
Nested PCR	146F2: 5'-GTAAGTCCCCCTTCATCTCCA-3'	Primer forward
Nested PCR	146R2: 5'-TACGGCAGCTGCTGCACCTTGT-3'	Primer reverse
Siklus PCR	94°C 4 menit; 39 siklus 94°C 1 menit, 55°C 1 menit, 72°C 2 menit; 72°C 5 menit	Digunakan pada first step dan nested PCR

Elektroforesis dan Interpretasi Hasil

Produk amplifikasi dielektroforesis menggunakan gel agarosa 1,5% dalam larutan TAE 1×. Sebanyak 10 µL produk PCR dimasukkan ke dalam sumuran gel, sedangkan DNA ladder 100 bp digunakan sebagai penanda ukuran fragmen DNA. Elektroforesis dilakukan pada tegangan 115 V selama ±45 menit.

Hasil elektroforesis divisualisasikan menggunakan UV transilluminator. Sampel dinyatakan positif WSSV apabila menunjukkan pita DNA pada ukuran sekitar 941 bp, sedangkan sampel negatif tidak menunjukkan pita DNA pada ukuran target (Claydon et al., 2004; Nunan & Lightner, 2011; World Organisation for Animal Health, 2023).

Analisis Data

Data hasil pengamatan klinis dan deteksi molekuler disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif. Nilai prevalensi WSSV dihitung berdasarkan perbandingan jumlah sampel positif terhadap jumlah total sampel yang diperiksa dan dinyatakan dalam persentase menggunakan rumus sebagai berikut:

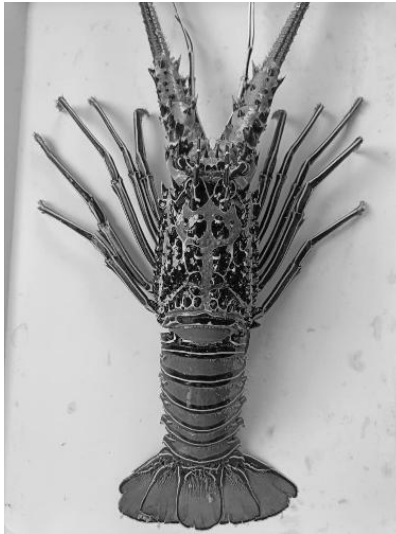
$$\text{Prevalensi (\%)} = (\text{Jumlah sampel positif} / \text{Jumlah total sampel}) \times 100$$

Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Karena penelitian ini bersifat deskriptif dan tidak melibatkan perlakuan maupun perbandingan kelompok, analisis statistik inferensial dan pengujian taraf signifikansi tidak dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Klinis dan Deteksi WSSV pada Lobster Bambu

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa seluruh lobster bambu (*Panulirus versicolor*) yang diperiksa memiliki kondisi fisik yang relatif sehat. Tidak ditemukan bercak putih pada karapas maupun ruas abdomen, warna tubuh tampak normal, pergerakan aktif, dan tidak terlihat tanda-tanda kelemahan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa seluruh sampel tidak menunjukkan gejala klinis khas infeksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV).



Gambar 1. Lobster bambu (*Panulirus versicolor*) sebagai sampel penelitian.

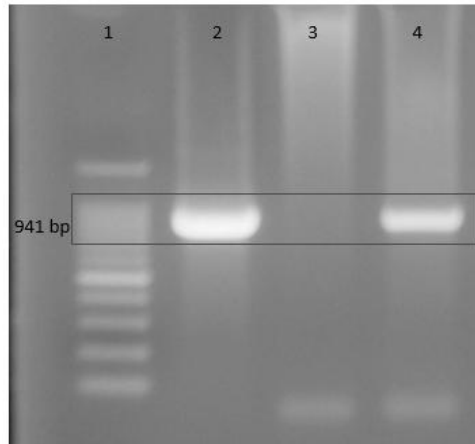
Meskipun tidak ditemukan gejala klinis, pengamatan visual tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk menentukan status infeksi WSSV. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa infeksi WSSV dapat berlangsung secara subklinis sehingga organisme yang tampak sehat tetap berpotensi membawa virus dan berperan sebagai sumber penyebaran penyakit (Durand & Lightner, 2002; Hidayat et al., 2023; Pradeep et al., 2012).

Deteksi WSSV dengan Nested PCR

Hasil analisis menggunakan metode nested PCR menunjukkan bahwa satu dari 20 sampel lobster bambu terdeteksi positif WSSV. Sampel positif ditandai dengan munculnya pita DNA berukuran sekitar 941 bp, sedangkan 19 sampel lainnya tidak menunjukkan pita DNA pada ukuran target. Kontrol positif menghasilkan pita DNA yang jelas pada ukuran target, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan adanya pita DNA sehingga proses amplifikasi dinyatakan valid.

Tabel 2. Hasil pengamatan klinis dan deteksi WSSV pada lobster bambu

Parameter	Hasil
Jumlah sampel	20 ekor lobster bambu
Asal sampel	Sumenep, Madura
Jaringan target	Insang dan pleopod
Gejala klinis WSSV	Tidak tampak bercak putih dan lobster aktif
Sampel positif PCR	1
Sampel negatif PCR	19
Ukuran pita positif	±941 bp



Gambar 2. Hasil elektroforesis produk nested PCR untuk deteksi *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) pada lobster bambu (*Panulirus versicolor*). Lajur 1 = DNA ladder 100 bp; lajur 2 = kontrol positif; lajur 3 = kontrol negatif; lajur 4 = sampel positif. Pita DNA target tampak pada ukuran sekitar 941 bp.

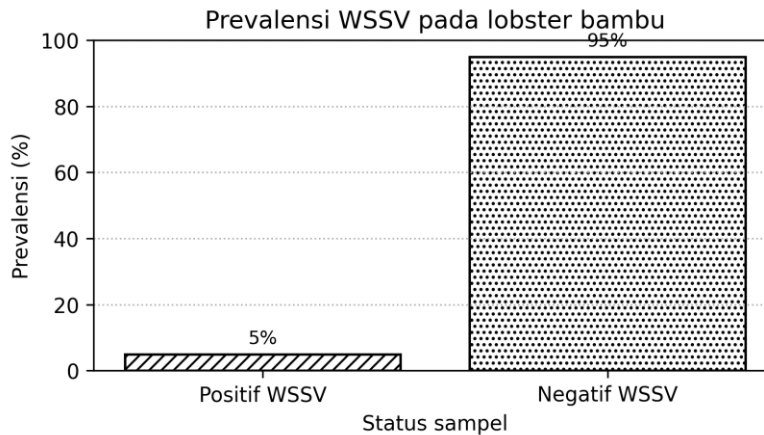
Ukuran pita DNA yang diperoleh sesuai dengan fragmen target nested PCR yang direkomendasikan untuk diagnosis WSSV menggunakan primer 146F2 dan 146R2 (Ayub et al., 2007; Lo et al., 1996; World Organisation for Animal Health, 2023). Temuan ini menunjukkan bahwa metode nested PCR mampu mendeteksi keberadaan WSSV meskipun sampel tidak menunjukkan gejala klinis yang khas.

Prevalensi WSSV pada Lobster Bambu

Berdasarkan hasil deteksi molekuler, satu sampel dinyatakan positif WSSV dari total 20 sampel yang diperiksa. Dengan demikian, prevalensi WSSV pada lobster bambu dalam penelitian ini adalah sebesar 5%, sedangkan 95% sampel lainnya menunjukkan hasil negatif.

Tabel 3. Prevalensi WSSV pada lobster bambu

Status WSSV	Jumlah Sampel	Prevalensi (%)
Positif	1	5
Negatif	19	95
Total	20	100



Gambar 3. Prevalensi WSSV pada lobster bambu berdasarkan hasil nested PCR.

Deteksi satu sampel positif WSSV pada lobster bambu yang tidak menunjukkan gejala klinis mengindikasikan bahwa infeksi WSSV dapat terjadi secara subklinis. Temuan ini mendukung laporan sebelumnya yang menyatakan bahwa krustasea yang tampak sehat tetap dapat membawa WSSV dan berperan sebagai carrier dalam penyebaran penyakit (Durand & Lightner, 2002; Hidayat et al., 2023; Pradeep et al., 2012). Oleh karena itu, pengamatan visual saja tidak cukup untuk memastikan status kesehatan krustasea, sehingga diperlukan metode deteksi molekuler yang lebih sensitif.

Prevalensi WSSV sebesar 5% yang diperoleh pada penelitian ini tergolong rendah dibandingkan beberapa laporan pada udang budidaya di wilayah endemik. Perbedaan tersebut kemungkinan berkaitan dengan asal sampel yang berasal dari lingkungan alami, kondisi lobster yang tampak sehat, serta rendahnya tingkat infeksi pada saat pengambilan sampel. Pada sistem budidaya intensif, faktor lingkungan seperti kepadatan tinggi, fluktuasi suhu, salinitas, dan kualitas air yang kurang optimal dapat meningkatkan stres dan memperbesar peluang terjadinya infeksi maupun ekspresi penyakit (Kilawati & Maimunah, 2015; Latritiani et al., 2017; Piamsomboon et al., 2016).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Achmad et al., (2024) yang melaporkan bahwa WSSV masih menjadi ancaman bagi lobster bambu di Indonesia. Selain itu, Hidayat et al., (2023) menegaskan pentingnya pemeriksaan molekuler pada lobster karena infeksi WSSV tidak selalu disertai gejala klinis yang mudah diamati. Pada udang vaname, beberapa studi juga menunjukkan bahwa PCR merupakan metode yang efektif untuk mendeteksi infeksi WSSV pada fase awal maupun pada organisme yang tampak sehat (Khofifah et al., 2023; Maryam et al., 2025).

Keberhasilan deteksi menggunakan nested PCR menunjukkan bahwa metode ini memiliki sensitivitas yang tinggi untuk mendeteksi DNA virus pada sampel dengan konsentrasi rendah. Penggunaan dua tahap amplifikasi memungkinkan peningkatan sensitivitas dibandingkan PCR konvensional sehingga sesuai digunakan dalam kegiatan surveilans penyakit dan pengawasan lalu lintas komoditas perikanan. Namun demikian, metode ini tetap memerlukan pengendalian kontaminasi yang ketat karena adanya risiko hasil positif palsu akibat kontaminasi amplicon (Claydon et al., 2004; Islam et al., 2023; Nunan & Lightner, 2011).



Secara ilmiah, penelitian ini menambah informasi mengenai keberadaan WSSV pada lobster bambu yang dilalulintaskan melalui sistem karantina di Jawa Timur. Temuan prevalensi sebesar 5% menunjukkan bahwa meskipun tingkat infeksi relatif rendah, keberadaan satu individu positif tetap berpotensi menjadi sumber penyebaran penyakit apabila tidak terdeteksi selama proses lalu lintas komoditas. Oleh karena itu, penerapan skrining molekuler secara rutin perlu dipertahankan sebagai bagian dari sistem biosekuriti dan surveilans penyakit pada komoditas krustasea. Selain itu, penelitian lanjutan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar serta metode kuantitatif seperti qPCR diperlukan untuk memperoleh gambaran epidemiologi WSSV yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN DAN SARAN

White Spot Syndrome Virus (WSSV) terdeteksi pada lobster bambu (*Panulirus versicolor*) yang dilalulintaskan melalui Bandara Juanda dan diperiksa di Laboratorium Karantina Ikan BKHIT Jawa Timur. Temuan ini menunjukkan bahwa lobster bambu yang tampak sehat berpotensi berperan sebagai carrier subklinis WSSV sehingga pengamatan visual saja tidak cukup untuk memastikan status kesehatan komoditas. Metode nested PCR terbukti mampu mendeteksi keberadaan WSSV pada sampel tanpa gejala klinis dan dapat digunakan sebagai metode skrining yang efektif dalam kegiatan surveilans penyakit serta pengawasan lalu lintas komoditas krustasea. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya penerapan deteksi molekuler sebagai bagian dari sistem biosekuriti untuk mencegah penyebaran WSSV melalui pergerakan komoditas perikanan. Oleh karena itu, pemeriksaan WSSV secara rutin perlu dilakukan pada lobster bambu yang dilalulintaskan, baik untuk tujuan domestik maupun ekspor. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar dan cakupan wilayah yang lebih luas agar diperoleh gambaran prevalensi yang lebih representatif. Selain itu, penggunaan metode kuantitatif seperti *quantitative Polymerase Chain Reaction* (qPCR) atau analisis sekuensing perlu dipertimbangkan untuk mengonfirmasi hasil deteksi serta mengevaluasi tingkat infeksi virus pada lobster bambu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan Jawa Timur atas dukungan fasilitas laboratorium, serta Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Dr. Soetomo yang telah mendukung pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Ayub, F., Sarker, M., & Alam, M. S. (2007). Prevalence of *White Spot Syndrome Virus* Infection Detected by One-Step and Nested PCR in Selected Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon*) Hatcheries. *Aquaculture International*, 16, 405–415. <https://doi.org/10.1007/s10499-007-9153-7>
- Bakti, N., Dewi Shinta Achmad, Shintia N. Noho, Arif Yunitama P.I, S. St. P., & Hanifa Gobel. (2024). Identifikasi Virus WSSV (white Spot Syndrome Virus) pada Lobster Bambu (*panirus versicolor*) yang Ditangkap pada Perairan Gorontalo Utara. *JURNAL LEMURU*, 6(3), 111–116.
- Chou, H., Huang, C., Wang, C., Chiang, H., & Lo, C. (1995). Pathogenicity of a Baculovirus Infection Causing White Spot Syndrome in Cultured Penaeid Shrimp in Taiwan. *Diseases of Aquatic Organisms*, 23, 165–173. <https://doi.org/10.3354/dao023165>
- Claydon, K., Cullen, B., & Owens, L. (2004). OIE *White Spot Syndrome Virus* PCR Gives False-Positive Results in *Cherax Quadricarinatus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 62, 265–268. <https://doi.org/10.3354/dao062265>
- Durand, S. V., & Lightner, D. V. (2002). Quantitative Real Time PCR for the Measurement of *White Spot Syndrome Virus* in Shrimp. *Journal of Fish Diseases*, 25(7), 381–389. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00367.x>
- Escobedo-Bonilla, C. M., Alday-Sanz, V., Wille, M., Sorgeloos, P., Pensaert, M. B., & Nauwynck, H. J. (2008). A Review on the Morphology, Molecular Characterization, Morphogenesis and Pathogenesis of White Spot Syndrome Virus. *Journal of Fish Diseases*, 31(1), 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2007.00877.x>
- Hidayat, N., Apada, A., Alwi, D., Amriani, R., & Rell, F. (2023). Deteksi *White Spot Syndrome Virus* pada Lobster Menggunakan Primer Kit IQ2000™. *Jurnal Sain Veteriner*, 41, 341. <https://doi.org/10.22146/jsv.76878>
- Islam, S. I., Mou, M. J., Sanjida, S., & Mahfuj, S. (2023). A Review on Molecular Detection Techniques of White Spot Syndrome Virus: Perspectives of Problems and Solutions in Shrimp Farming. *Veterinary Medicine and Science*, 9(2), 778–801. <https://doi.org/10.1002/vms3.979>
- Kasornchandra, J., Boonyaratpalin, S., & Itami, T. (1998). Detection of White-Spot Syndrome in Cultured Penaeid Shrimp in Asia: Microscopic Observation and Polymerase Chain Reaction. *Aquaculture*, 164(1–4), 243–251. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00190-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00190-2)
- Khofifah, A., Abida, I. W., & Khusna, A. (2023). Pemeriksaan WSSV (White Syndrome Virus) dengan Uji PCR (Polymerase Chain Reaction) pada Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Di UPT



- Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan, Pasuruan Jawa Timur. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 4(2), 142–151. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v4i2.16462>
- Kilawati, Y., & Maimunah, Y. (2015). Kualitas Lingkungan Tambak Insentif *Litopenaeus vannamei* Dalam Kaitannya Dengan Prevalensi Penyakit White Spot Syndrome Virus. *Research Journal of Life Science*, 2(1), 50–59. <https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2015.002.01.7>
- Latritiani, R., Desrina, --, & Sarjito, --. (2017). Keberadaan *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) pada Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) di Pertambakan Kota Pekalongan. In *Journal of Aquaculture Management and Technology* (2017th-08–28th eds., Vol. 6, Issue 3, p. 8).
- Lo, C., Leu, J., Ho, C., Chen, C., Peng, S., Chen, Y., Chou, C., Yeh, P., Huang, C., Chou, H., Wang, C., & Kou, G. (1996). Detection of Baculovirus Associated with White Spot Syndrome (WSBV) in Penaeid Shrimps Using Polymerase Chain Reaction. *Diseases of Aquatic Organisms*, 25, 133–141. <https://doi.org/10.3354/dao025133>
- Mahardika, K., Zafran, Z., & Koesharyani, L. (2017). Deteksi *White Spot Syndrome Virus* (Wssv) pada Udang Windu (*Penaeus Monodon*) di Bali dan Jawa Timur Menggunakan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10(1), 55. <https://doi.org/10.15578/jppi.10.1.2004.55-59>
- Maryam, Izaz Ahmad, & Kainat Qadeem. (2025). Navigating Unspoken Rules: A Study of Pragmatic Failures in ESL Intercultural Communication. ` , 4(01), 4220–4233.
- Musthaq, S. S., Sudhakaran, R., Balasubramanian, G., & Hameed, A. S. S. (2006a). Experimental transmission and tissue tropism of *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) in two species of lobsters, *Panulirus homarus* and *Panulirus ornatus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 93(2), 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2006.06.006>
- Musthaq, S. S., Sudhakaran, R., Balasubramanian, G., & Hameed, A. S. S. (2006b). Experimental Transmission and Tissue Tropism of *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) in Two Species of Lobsters, *Panulirus Homarus* and *Panulirus Ornatus*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 93(2), 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2006.06.006>
- Nunan, L. M., & Lightner, D. V. (2011). Optimized PCR Assay for Detection of *White Spot Syndrome Virus* (WSSV). *Journal of Virological Methods*, 171(1), 318–321. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2010.11.015>
- Pane, A. R., Reza, A., Marassabesy, I., & Suman, A. (2021). Aspek Biologi dan Status Pemanfaatan Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*) di Perairan Kepulauan Aru, Maluku. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, (Vol 13, No 2 (2021): (AGUSTUS) 2021), 85–94.



- Piamsomboon, P., Inchaisri, C., & Wongtavatchai, J. (2016). Climate Factors Influence the Occurrence of White Spot Disease in Cultured Penaeid Shrimp in Chanthaburi Province, Thailand. *Aquaculture Environment Interactions*, 8, 331–337. <https://doi.org/10.3354/aei00176>
- Pradeep, B., Rai, P., Mohan, S. A., Shekhar, M. S., & Karunasagar, I. (2012). Biology, Host Range, Pathogenesis and Diagnosis of White spot syndrome virus. *Indian Journal of Virology*, 23(2), 161–174. <https://doi.org/10.1007/s13337-012-0079-y>
- Talukder, A. S., Punom, N. J., Eshik, Md. M. E., Begum, Mst. K., Islam, H. M. R., Hossain, Z., & Rahman, M. S. (2021). Molecular Identification of *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) and Associated Risk Factors for White Spot Disease (WSD) Prevalence in Shrimp (*Penaeus Monodon*) Aquaculture in Bangladesh. *Journal of Invertebrate Pathology*, 179, 107535. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107535>
- World Organisation for Animal Health. (2023). *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals: Infection with White Spot Syndrome Virus* (WOAH Manual for Aquatic Animals). World Organisation for Animal Health (WOAH).