

Evaluasi Manajemen *Vibrio* dalam Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*)

Sunanto Arifin¹ dan Nifa Indah Witriana²

^{1,2} Sekolah Tinggi Ilmu Perikanan Malang, Indonesia;

¹Email : sunantoarifin@gmail.com

²Email : nifawita@gmail.com

IDAROTUNA: Jurnal Administrative Science

Vol 6 No 1 May 2025

<https://doi.org/10.54471/idarotuna.v6i1.134>

Received: March 20, 2025

Accepted: April 30, 2025

Published: May 26, 2025

Publisher's Note: Program Study Office Administrative stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2025 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract : *Vibrio* bacteria are recognized as major pathogens in shrimp aquaculture, causing significant threats to the health and survival of *Litopenaeus vannamei* in intensive farming systems. Despite various control measures, the management of *Vibrio* populations remains a critical challenge for sustainable aquaculture, particularly in tropical environments. This study aims to evaluate the abundance and distribution of *Vibrio* spp. in both culture water and shrimp body tissues, while simultaneously assessing the effectiveness of management strategies applied at PT Anugrah Tanjung Gumukmas, Jember Regency, Indonesia. Data collection employed a mixed approach, combining microbiological analysis with field observations of aquaculture practices. Water and shrimp tissue samples were taken from multiple ponds, and *Vibrio* colony-forming units (CFU/ml) were quantified using TCBS agar, followed by species identification to determine dominant strains. The results show that *Vibrio* concentrations in pond water reached the highest level in pond E22 (4.3×10^2 CFU/ml) and the lowest in other ponds (1.1×10^1 CFU/ml), while shrimp tissue samples from pond E14 exhibited the highest bacterial count (3×10^5 CFU/ml). Furthermore, *Vibrio* populations in shrimp were most abundant in pond E12 (8.9×10^4 CFU/ml), predominantly of *Vibrio alginolyticus*, exceeding the normal threshold and indicating serious risks to shrimp health. These findings underscore the necessity of continuous bacterial monitoring and adaptive pond management to prevent disease outbreaks. The study contributes to the scientific literature by providing empirical evidence of *Vibrio* dynamics in intensive *vannamei* aquaculture under tropical conditions, while also offering practical implications through recommendations for improved water quality monitoring, probiotic application, and bacterial control strategies to support sustainable shrimp farming practices..

Keywords: *Vibrio* management, Vannamei shrimp, aquaculture, water quality.

Pendahuluan

Budidaya udang *vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu subsektor unggulan dalam industri akuakultur global. Di Indonesia, spesies ini telah menjadi komoditas ekspor utama karena pertumbuhannya yang cepat, toleransi terhadap salinitas yang luas, dan permintaan pasar yang tinggi (Haliman & Adijaya, 2005; Subyakto et al., 2009). Sejak introduksinya pada awal 2000-an, produksi udang *vannamei* Indonesia terus meningkat. Namun, pertumbuhan produksi ini menghadirkan tantangan besar, terutama dalam pengendalian penyakit dan menjaga kualitas lingkungan tambak (Awalia & Suherman, 2024; NINGRUM, 2022).

Salah satu kendala utama yang dihadapi dalam budidaya intensif udang adalah serangan bakteri patogen, khususnya *Vibrio* spp., yang dikenal sebagai agen penyebab penyakit *Vibriosis* dan *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND) (Lightner, 2011; Masriqah, 2023). Patogen ini sangat merugikan, terutama pada fase benur dan awal pertumbuhan udang, dengan tingkat mortalitas yang dapat mencapai 70–100% dalam kasus akut (Amrullah & Mar'iyah, 2023; de Souza Valente & Wan, 2021). Berbagai studi telah mengidentifikasi spesies dominan dari genus *Vibrio*, antara lain *V. harveyi*, *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, dan *V. cholerae*, yang semuanya memiliki potensi patogenik terhadap udang (Fitriya, 2024; Haque et al., 2023; SAPUTRA et al., 2023; Wulandari, 2024). Keberadaan *Vibrio* dalam air budidaya umumnya meningkat akibat akumulasi bahan organik, fluktuasi suhu dan salinitas, serta rendahnya kualitas manajemen air (Arif Mustofa, 2020; Sampaio et al., 2022; Saraswati et al., 2023).

Pengendalian *Vibrio* selama ini dilakukan melalui berbagai pendekatan, antara lain penggunaan antibiotik, filtrasi air, serta aplikasi probiotik seperti *Bacillus* spp. yang mampu menghasilkan senyawa antagonistik terhadap *Vibrio* (Lestantun et al., 2020; Mustafa et al., 2019; Prihanto et al., 2021; Rusmana et al., 2021). Namun, efektivitas pendekatan ini sangat bergantung pada kondisi lingkungan dan konsistensi penerapan di tingkat lapangan (BUDIARTO, 2021; Dash et al., 2017; Xiong et al., 2016). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kelimpahan *Vibrio* di atas ambang batas 10^4 CFU/ml dapat dikategorikan sebagai kondisi patogenik (Ariadi & Mujtahidah, 2022). Beberapa studi lokal di Indonesia juga melaporkan bahwa distribusi kelimpahan *Vibrio* sangat bervariasi antar kolam tergantung perlakuan manajemen tambak (Adiwijaya & Supito, 2008; Fattah et al., 2017; Noriega-Orozco et

al., 2007). Sayangnya, belum banyak riset yang secara komprehensif mengevaluasi efektivitas strategi manajemen *Vibrio* dengan pendekatan simultan terhadap air dan tubuh udang serta mengaitkannya dengan parameter kualitas air.

Lebih lanjut, pentingnya pemahaman terhadap keterkaitan antara parameter fisik-kimia air (seperti suhu, DO, pH, salinitas) dengan dinamika populasi *Vibrio* juga masih menjadi tantangan. Studi oleh Kurniawan et al menekankan bahwa kualitas air yang tidak stabil memicu ledakan populasi mikroba patogen dan berpotensi menyebabkan kegagalan panen (Kurniawan et al., 2021; Murdjani & Taslihan, 2004; Supono, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini menjadi relevan untuk mengisi kekosongan literatur terkait evaluasi menyeluruh terhadap manajemen *Vibrio* pada sistem budidaya udang *vannamei* intensif. Kajian ini akan memfokuskan pada pengukuran kelimpahan *Vibrio* spp. baik dalam air tambak maupun jaringan udang, serta keterkaitannya dengan kualitas air dan intervensi manajemen seperti pemberian probiotik. Harapannya, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar penyusunan SOP pengendalian bakteri patogen di tambak udang yang adaptif dan berkelanjutan.

Penelitian tentang manajemen *Vibrio* dalam budidaya udang *vannamei* telah banyak dilakukan dalam dua dekade terakhir. Studi global dalam jurnal *Aquaculture* dan *Aquaculture Research* menegaskan bahwa infeksi *Vibrio* merupakan penyebab utama penyakit Vibriosis dan *acute hepatopancreatic necrosis disease* (AHPND), yang berkontribusi terhadap kematian massal udang dan kerugian ekonomi besar pada industri akuakultur (Lightner, 2011; Zhang & Andrew, 2014). Literatur terkini di *Reviews in Aquaculture* juga menekankan pentingnya pendekatan biosekuriti terpadu melalui penggunaan probiotik, peningkatan kualitas air, serta penerapan sistem resirkulasi untuk mengendalikan populasi *Vibrio* (Haque et al., 2023). Sementara itu, inovasi berbasis bioteknologi, termasuk aplikasi prebiotik, terapi enzimatis, hingga teknologi biosensor untuk pemantauan real-time, mulai dilaporkan dalam *Applied Microbiology and Biotechnology* sebagai strategi pencegahan yang prospektif (Lestantun et al., 2020; Mustafa et al., 2019).

Namun demikian, sebagian besar riset global tersebut lebih berfokus pada aspek deteksi, identifikasi molekuler, dan inovasi teknologi untuk mengendalikan *Vibrio*, sementara kajian tentang efektivitas strategi manajemen bakteri di level operasional tambak masih terbatas, khususnya pada konteks negara berkembang. Di Indonesia, variasi kelimpahan *Vibrio* antar kolam tambak menunjukkan

ketidakkonsistenan praktik pengelolaan kualitas air, terutama pada tambak intensif dengan penerapan biosekuriti yang lemah. Hal ini menimbulkan kesenjangan pengetahuan antara apa yang telah dipahami secara global—yakni signifikansi *Vibrio* sebagai ancaman utama dan berbagai pendekatan mitigasi inovatif—dengan apa yang masih hilang secara lokal, yaitu pemetaan empiris mengenai dinamika *Vibrio* di tambak rakyat dan evaluasi sistematis atas efektivitas praktik manajemen bakteri yang telah diterapkan.

Keunikan penelitian ini terletak pada penyediaan bukti empiris mengenai variasi populasi *Vibrio* di berbagai kolam budidaya *vannamei* tropis, serta evaluasi langsung terhadap strategi pengelolaan yang digunakan oleh pelaku usaha tambak di Indonesia. Pendekatan ini tidak hanya mengisi gap riset terkait efektivitas manajemen *Vibrio* di tingkat operasional, tetapi juga memberikan kerangka konseptual yang dapat dijadikan dasar dalam merancang model biosekuriti adaptif berbasis kondisi lokal. Dengan demikian, studi ini berkontribusi pada literatur internasional dengan menghadirkan perspektif dari konteks tropis dan praktik tambak skala operasional, yang selama ini masih kurang tereksplorasi dalam kajian global.

Meskipun banyak studi membahas keberadaan dan dampak *Vibrio* dalam budidaya udang, masih terdapat keterbatasan dalam kajian evaluatif mengenai efektivitas strategi manajemen yang diterapkan secara praktis oleh petambak. Belum banyak penelitian yang mengaitkan kelimpahan *Vibrio* secara simultan dalam air dan jaringan udang dengan parameter kualitas air dan perlakuan probiotik secara langsung. Selain itu, informasi tentang ambang batas aman (*threshold*) spesifik untuk tiap jenis *Vibrio* dalam konteks tropis Indonesia masih minim. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian yang mengintegrasikan pendekatan mikrobiologis, ekologis, dan manajerial secara simultan dalam satu sistem budidaya.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengukur total kelimpahan *Vibrio* spp pada air budidaya dan jaringan tubuh udang *vannamei*, mengidentifikasi spesies dominan *Vibrio* berdasarkan karakteristik koloni dan warna media TCBS, mengevaluasi keterkaitan antara kualitas air (DP, pH, suhu, salinitas) dengan dinamika populasi *Vibrio*, serta menilai efektivitas manajemen tambak, seperti aplikasi probiotik dan aerasi terhadap pengendalian *Vibrio*

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan **mixed methods** dengan dominasi kuantitatif yang didukung data kualitatif untuk mengevaluasi kelimpahan *Vibrio spp.* pada sistem budidaya udang *vannamei*. Desain ini dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi lapangan sekaligus menguji hubungan antar variabel secara empiris. Studi dilakukan pada bulan Desember 2024 di tambak intensif PT Anugrah Tanjung Gumukmas, Desa Kepanjen, Kecamatan Gumukmas, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Lokasi ini dipilih secara purposive karena mewakili sistem budidaya udang modern yang banyak diterapkan di pesisir Jawa Timur, sekaligus menghadapi tantangan serius terkait pengendalian penyakit berbasis bakteri. Empat kolam dipilih sebagai lokasi sampling yaitu E12, E14, E15, dan E22. Masing-masing kolam memiliki riwayat manajemen berbeda, baik dalam penerapan biosekuriti, penggunaan probiotik, maupun frekuensi pergantian air, sehingga memungkinkan terjadinya variasi kelimpahan *Vibrio*. Pendekatan mixed methods dipandang relevan karena dapat mengintegrasikan temuan deskriptif mengenai variasi bakteri dengan analisis inferensial mengenai determinan utama yang memengaruhi populasinya. Dengan demikian, desain penelitian ini tidak hanya mendeskripsikan fenomena, tetapi juga menguji validitas hubungan antara parameter kualitas air, kondisi kolam, dan tingkat kelimpahan *Vibrio spp.* pada sistem budidaya intensif.

Pengambilan sampel dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan variasi spasial dan temporal di tiap kolam. Sampel air diambil menggunakan botol steril pada kedalaman 20–30 cm dari tiga titik berbeda (hulu, tengah, dan hilir) setiap kolam, kemudian dicampur homogen untuk memperoleh sampel representatif. Seluruh sampel disimpan dalam *cool box* bersuhu 4°C dan dibawa ke laboratorium dalam waktu kurang dari dua jam guna menjaga stabilitas mikrobiologis. Selain itu, sampel udang diambil secara acak dari tiap kolam sebanyak lima ekor berukuran 10–12 gram. Jaringan hepatopankreas diisolasi secara aseptik di lapangan menggunakan peralatan steril, lalu dimasukkan ke dalam tabung falcon berisi larutan buffer steril untuk mencegah degradasi bakteri. Seluruh prosedur pengambilan sampel mengacu pada standar mikrobiologi akuakultur internasional (Rusmana et al., 2021) dengan prinsip biosekuriti ketat agar tidak terjadi kontaminasi silang antar kolam. Setiap sampel diberi kode unik sesuai lokasi, tanggal, dan jenis material (air atau jaringan)

untuk memudahkan pelacakan saat analisis laboratorium. Proses ini memastikan bahwa sampel yang dianalisis merepresentasikan kondisi nyata lapangan dan layak untuk dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam evaluasi efektivitas manajemen *Vibrio spp.* di tambak udang intensif.

Analisis mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Sekolah Tinggi Ilmu Perikanan Malang menggunakan prosedur standar akuakultur. Sampel air dan jaringan diinokulasikan ke media TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose*) untuk menumbuhkan koloni *Vibrio spp.*, kemudian diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Jumlah koloni dihitung dalam satuan CFU/ml menggunakan metode pour plate, sedangkan identifikasi morfologi dilakukan dengan mengamati karakteristik warna dan bentuk koloni pada TCBS. Untuk validasi lebih lanjut, sebagian isolat dipilih untuk uji biokimia dasar. Selain analisis mikrobiologi, dilakukan pula pengukuran parameter kualitas air di lokasi sampling. Parameter meliputi suhu, pH, salinitas, *dissolved oxygen* (DO), dan kecerahan. Suhu diukur menggunakan termometer digital, pH dengan pH meter portabel, DO dengan DO meter, salinitas dengan refraktometer, serta kecerahan dengan Secchi disk. Seluruh data kualitas air dicatat secara real time pada saat pengambilan sampel, sehingga hasilnya dapat langsung dihubungkan dengan jumlah koloni *Vibrio spp.*. Pengukuran parameter lingkungan ini penting karena kualitas air diketahui sebagai faktor utama yang memengaruhi dinamika bakteri patogen. Dengan mengintegrasikan data mikrobiologi dan kualitas air, penelitian ini berupaya memahami tidak hanya tingkat kelimpahan *Vibrio*, tetapi juga determinan lingkungan yang mendorong fluktuasi populasinya.

Analisis data dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk memvisualisasikan distribusi *Vibrio spp.* antar kolam dalam bentuk bar chart yang menggambarkan rata-rata kelimpahan, serta heatmap yang menunjukkan variasi spasial antar titik sampling. Untuk menganalisis hubungan kualitas air dengan kelimpahan *Vibrio*, digunakan scatter plot korelasi antara masing-masing parameter (pH, suhu, DO, salinitas, dan kecerahan) dengan jumlah koloni bakteri. Tahap berikutnya adalah analisis inferensial untuk menguji signifikansi hubungan antar variabel. Uji t digunakan untuk membandingkan rata-rata populasi *Vibrio* antar kolam dengan kondisi manajemen berbeda, sedangkan uji F-ANOVA digunakan untuk menilai kesesuaian model regresi (Sholihah et al., 2023; Zakariah et al., 2020). Selanjutnya, dilakukan analisis regresi linier berganda untuk mengevaluasi kontribusi masing-masing parameter

kualitas air terhadap variasi kelimpahan bakteri. Nilai koefisien regresi (β), signifikansi (p-value), dan koefisien determinasi (R^2) dilaporkan untuk menilai besarnya pengaruh. Selain itu, dihitung pula effect size (Cohen's d) untuk perbandingan antar kolam dan koefisien korelasi Pearson (r) untuk mengukur kekuatan hubungan antar variabel. Seluruh analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26, sehingga hasil tidak hanya bersifat deskriptif tetapi juga memiliki kekuatan inferensial yang dapat mendukung generalisasi temuan penelitian ini.

Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat variasi kelimpahan bakteri *Vibrio* pada air budidaya dan jaringan tubuh udang vannamei di setiap kolam. Pada media air, kolam E22 mencatat jumlah koloni *Vibrio* tertinggi dengan rata-rata $4,3 \times 10^2$ CFU/ml. Sebaliknya, kolam dengan jumlah terendah tercatat hanya $1,1 \times 10^1$ CFU/ml. Nilai-nilai ini masih berada di bawah ambang batas patogenik 10^4 CFU/ml sebagaimana dirujuk oleh (Ariadi & Mujtahidah, 2022; Kharisma & Manan, 2012), yang mengindikasikan bahwa lingkungan budidaya sebagian besar masih tergolong sehat. Meskipun demikian, fluktuasi data antar kolam mencerminkan potensi ketidakseimbangan mikrobiologis yang dipengaruhi oleh manajemen kolam yang berbeda, termasuk sistem aerasi, pemberian pakan, dan keberadaan biofilter alami atau buatan.

Tabel 1. Data Bakteri *Vibrio* pada air kolam

POND ID	DOC	AIR / WATER			AIR / WATER					
		VIBRIO (<i>coloni</i>)			VIBRIO (<i>coloni</i>)				BAKTERI (<i>coloni</i>)	
		ALGINOLYTICUS	PARAHAEVOLYTICUS	CHOLERA	HIJAU	KUNING	HITAM		TOTAL	MENYALA LUMINESBNC
					GREEN	YELLOW	BLACK			
					(< 2 x 10 ²)	(< 3 x 10 ²)	(None)		(> 10 ²)	(None)
E12		1.2 x 10 ²	1.0 x 10 ¹	0	3.1 x 10 ²	0			4.7 x 10 ³	
E13		0	0	0	0	0			1.3 x 10 ⁴	
E14		2.0 x 10 ¹	0	0	0	2.0 x 10 ¹			3.4 x 10 ⁴	
E15		2.0 x 10 ²	0	0	0	1.0 x 10 ¹			2.0 x 10 ⁴	
E16		2.0 x 10 ¹	0	0	1.0 x 10 ¹	0			8.9 x 10 ³	
E17		2.1 x 10 ²	0	0	0	2.9 x 10 ²			2.0 x 10 ³	
E18		1.0 x 10 ¹	0	0	0	0			1.1 x 10 ³	
E19		1.0 x 10 ¹	0	0	0	0			4.2 x 10 ³	
E20		3.0 x 10 ¹	0	0	0	1.0 x 10 ¹			3.4 x 10 ³	
E21		0	0	0	0	0			5.2 x 10 ³	
E22		4.3 x 10 ²	0	0	0	2.0 x 10 ¹			3.3 x 10 ³	
E23		1.2 x 10 ²	0	0	0	2.0 x 10 ¹			8.0 x 10 ³	
E24		0	0	0	0	0			2.0 x 10 ²	
E25		2.0 x 10 ¹	0	0	0	4.0 x 10 ¹			1.5 x 10 ³	
E26		1.0 x 10 ¹	0	0	0	0			8.2 x 10 ³	
E27		0	0	0	0	0			9.0 x 10 ²	
E28		1.0 x 10 ¹	0	0	0	0			6.4 x 10 ³	
E29		2.5 x 10 ²	0	0	0	0			2.7 x 10 ³	
E30		3.8 x 10 ²	0	0	0	4.0 x 10 ¹			1.2 x 10 ⁴	
E31		2.2 x 10 ²	0	0	0	8.0 x 10 ¹			1.3 x 10 ⁴	
E32		2.8 x 10 ²	1.0 x 10 ¹	0		2.6 x 10 ²			9.2 x 10 ⁴	
E33		0	0	0	0	0			2.0 x 10 ³	
E34		3.0 x 10 ¹	0	0	0	0			5.2 x 10 ⁴	
E35		0	1.0 x 10 ¹	0	0	0			2.0 x 10 ³	

Sementara itu, jumlah koloni *Vibrio* pada jaringan tubuh udang menunjukkan angka yang lebih tinggi. Kolam E14 mencatat kelimpahan tertinggi sebesar 3×10^5 CFU/ml, sedangkan kolam E15 menunjukkan nilai terendah yaitu $1,0 \times 10^2$ CFU/ml. Adapun spesies dominan yang teridentifikasi meliputi *V. alginolyticus* dan *V. cholerae*, dengan dominansi tertinggi ditemukan pada kolam E12 sebesar $8,9 \times 10^4$ CFU/ml. Spesies *V. alginolyticus* dikenal sebagai salah satu patogen utama penyebab penyakit pada udang budidaya, sementara *V. cholerae* meskipun umumnya menyerang manusia, tetap perlu diwaspadai jika terdeteksi pada komoditas ekspor (Feliatra, 1999).

Table 2. Data Bakteri *Vibrio* pada air tubuh Udang

POND ID	DOC	UDANG / <i>SHRIMP</i>		
		<i>VIBRIO (coloni)</i>		
		<u>ALGINOLYTICUS</u>	<u>PARAHAEMOLYTICUS</u>	<u>CHOLERA</u>
E12		8.9×10^4	2.0×10^2	7.0×10^2
E13		6.1×10^3	0	0
E14		3.0×10^5	0	0
E15		8.6×10^4	0	1.0×10^2
E16		4.5×10^4	0	8.0×10^3
E17		1.0×10^5	0	0
E18		2.5×10^5	0	1.4×10^4
E19		3.9×10^3	0	0
E20		1.4×10^5	0	0
E21		1.4×10^5	0	0
E22		1.7×10^3	0	1.0×10^2
E23		1.0×10^4	0	0

Selain itu, parameter kualitas air juga berperan penting dalam menentukan dinamika mikroba. Suhu air berada dalam kisaran 28,5–29,5°C, DO berkisar antara 6,15–8,42 ppm, dan salinitas antara 29–36 ppt. pH air berkisar antara 7,9–8,7. Seluruh parameter ini masih dalam rentang toleransi budidaya udang vannamei berdasarkan standar BBPBAP Jepara (Haliman & Adijaya, 2005; NINGRUM, 2022). Namun, perbedaan kecil antar kolam tetap dapat menciptakan tekanan lingkungan mikro yang mempercepat pertumbuhan bakteri oportunistik. Misalnya, nilai DO yang sedikit lebih rendah pada kolam E14 kemungkinan berkontribusi terhadap lonjakan *Vibrio* di tubuh udang melalui stres metabolik yang memperlemah sistem imun udang.

Tabel 3. Kualitas Air Tambak Udang *Vannamei*

Kolam	Tinggi Air (Sore)	Warna Air (Pagi)	Warna Air (Sore)	Kecerahan (cm) Pagi	Kecerahan (cm) Sore	Salinitas (‰) Pagi	Salinitas (‰) Sore	pH (Pagi - Sore)
E12	120	C	C	50	50	29.5	29.0	8.0 - 8.6
E13	130	C	C	50	50	29.5	29.5	8.1 - 8.7
E14	133	C	C	50	50	29.5	29.5	8.0 - 8.6
E15	137	C	HK	50	50	29.5	30.0	8.0 - 8.7
E16	139	C	HK	50	50	29.5	29.5	7.9 - 8.6
E17	150	C	HC	56	56	30.0	30.0	8.0 - 8.7
E18	150	C	C	60	60	29.5	30.0	8.0 - 8.4
E19	150	C	HC	56	56	30.0	30.0	8.0 - 8.7
E20	150	C	C	51	51	31.0	31.0	7.9 - 8.6
E21	150	C	C	53	53	31.5	32.0	8.0 - 8.5
E22	150	C	C	60	60	32.0	32.5	7.8 - 8.5
E23	150	C	C	60	60	32.0	32.5	7.8 - 8.5
E24	147	C	C	57	57	32.5	33.0	8.0 - 8.5
E25	145	C	C	49	49	33.5	33.5	7.9 - 8.3
E26	140	C	C	45	45	33.5	34.0	7.9 - 8.7
E27	140	C	C	43	43	33.0	34.0	7.9 - 8.7
E28	140	C	C	40	40	34.0	34.5	7.9 - 8.7
E29	156	C	C	40	40	34.0	34.5	8.0 - 8.8
E30	139	C	C	35	35	34.0	35.0	7.9 - 8.7
E31	140	C	C	35	35	34.0	34.0	8.0 - 8.6
E32	138	C	C	33	33	34.0	34.0	8.0 - 8.3
E33	140	C	C	42	42	34.0	34.0	8.0 - 8.5
E34	137	C	C	35	35	33.5	34.0	8.0 - 8.4
E35	139	C	C	40	40	33.5	33.5	7.9 - 8.6

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun lingkungan perairan sebagian besar berada dalam kondisi optimal, terdapat indikasi akumulasi *Vibrio* pada tubuh udang yang perlu menjadi perhatian lebih lanjut. Hal ini mencerminkan kemungkinan adanya kegagalan dalam pemutusan rantai infeksi, terutama melalui interaksi antara substrat dasar kolam yang tidak terkelola dan ketidakefektifan probiotik dalam menekan populasi patogen (Praditia, 2009). Oleh karena itu, evaluasi menyeluruh terhadap aplikasi probiotik, frekuensi pemberian, serta keterkaitan antara manajemen pakan dan sedimentasi bahan organik menjadi penting untuk dipertimbangkan dalam strategi pengendalian penyakit secara preventif.

Pembahasan

Temuan variasi kelimpahan *Vibrio* pada air dan tubuh udang menunjukkan bahwa manajemen tambak memiliki pengaruh signifikan terhadap dinamika mikroba patogen. Perbedaan konsentrasi antar kolam menunjukkan bahwa faktor internal seperti akumulasi bahan organik, frekuensi pergantian air, dan efisiensi aerasi sangat menentukan perkembangan *Vibrio* spp. Studi oleh (Adiwijaya & Supito, 2008; Beristain, 2005) menyebutkan bahwa kolam dengan endapan lumpur tinggi cenderung memicu pertumbuhan bakteri oportunistik akibat akumulasi sisa pakan dan feses yang tidak terurai. Dengan demikian, pengelolaan dasar tambak menjadi salah satu aspek vital dalam strategi pengendalian *Vibriosis*.

Kehadiran *V. alginolyticus* dan *V. cholerae* dalam tubuh udang menandai keberadaan jalur infeksi yang melibatkan transmisi dari substrat kolam ke organisme inang. *V. alginolyticus*, sebagai patogen utama, mampu menembus jaringan udang melalui luka mikro pada eksoskeleton dan berkembang biak dalam sistem pencernaan. Adapun *V. cholerae*, meskipun lebih dikenal sebagai patogen manusia, deteksinya pada organisme budidaya menunjukkan potensi kontaminasi silang yang dapat mempengaruhi keamanan pangan ekspor (Feliatra, 1999). Hal ini menunjukkan bahwa sistem manajemen biosekuriti yang diterapkan belum sepenuhnya efektif dalam memutus rantai infeksi silang antara lingkungan dan tubuh udang.

Peran parameter kualitas air seperti DO, suhu, dan pH terbukti menjadi indikator penting dalam mengendalikan kestabilan komunitas mikroba. Nilai DO yang mendekati ambang bawah (6 ppm) di beberapa kolam seperti E14 dapat memicu stres oksidatif pada udang, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi *Vibrio* (Arif Mustofa, 2020; Hertika et al., 2022). Selain itu, suhu dan salinitas yang terlalu tinggi dapat mempercepat metabolisme bakteri dan menyebabkan reproduksi *Vibrio* lebih cepat dari biasanya (Larsen et al., 2004; Sampaio et al., 2022). Oleh karena itu, pemantauan kualitas air secara real-time dan pemanfaatan teknologi sensor menjadi strategi yang relevan untuk diterapkan.

Faktor keberhasilan aplikasi probiotik juga perlu dikaji lebih lanjut, khususnya terkait efektivitas *Bacillus megaterium* yang digunakan dalam sistem ini. Beberapa studi menunjukkan bahwa keberhasilan probiotik sangat bergantung pada kondisi perairan, kompatibilitas dengan mikrobiota lokal, dan metode aplikasi (Kumar et al., 2016; Prihanto et al., 2021; Rusmana et al., 2021). Dalam kasus ini, tingginya *Vibrio*

dalam jaringan udang menunjukkan kemungkinan kegagalan kompetisi ruang dan nutrisi antara probiotik dan patogen. Evaluasi dosis, waktu aplikasi, serta monitoring keberadaan probiotik dalam kolam menjadi langkah krusial dalam optimalisasi pengendalian biologis.

Lebih lanjut, hasil ini mempertegas perlunya integrasi pendekatan ekologis dan teknologi dalam pengelolaan tambak udang. Pendekatan ekologis mencakup pemanfaatan biofilter alami seperti tanaman bakau dan mikroalga yang dapat menyerap nutrisi berlebih, sedangkan teknologi meliputi penggunaan sistem aerasi otomatis dan digitalisasi pemantauan kualitas air. Kolaborasi antara pendekatan tradisional dan modern akan memperkuat sistem daya tahan lingkungan tambak terhadap lonjakan populasi mikroba patogen.

Secara keseluruhan, hasil studi ini merekomendasikan perlunya sistem manajemen terpadu yang mencakup sanitasi kolam, penguatan biosekuriti, penerapan probiotik berbasis data, serta edukasi petambak terhadap risiko *Vibrio*. Implikasi dari penelitian ini tidak hanya penting dalam konteks produktivitas budidaya, tetapi juga terkait dengan aspek keamanan pangan dan keberlanjutan industri perikanan nasional. Dengan penguatan sistem monitoring dan pengendalian mikroba yang adaptif, diharapkan tingkat kematian akibat *Vibriosis* dapat ditekan secara signifikan dan mutu ekspor udang Indonesia dapat ditingkatkan secara berkelanjutan.

Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan bahwa manajemen kualitas air dan pengendalian bakteri *Vibrio* merupakan faktor krusial dalam keberhasilan budidaya udang *Vannamei* di lingkungan tambak intensif. Temuan menunjukkan bahwa kolam dengan kondisi aerasi yang buruk, kadar DO rendah, dan akumulasi limbah organik menunjukkan kelimpahan *Vibrio* yang tinggi, baik di air maupun jaringan tubuh udang. Keberadaan *V. alginolyticus* sebagai patogen dominan, serta deteksi *V. cholerae*, mengindikasikan adanya potensi risiko biologis dan keamanan pangan. Penggunaan probiotik seperti *Bacillus megaterium* masih memerlukan evaluasi lebih lanjut mengingat belum efektif menekan dominasi bakteri patogen. Oleh karena itu, sistem manajemen yang lebih adaptif dan berbasis data diperlukan, termasuk dalam

penyesuaian waktu aplikasi probiotik, sanitasi dasar tambak, dan pemanfaatan sensor kualitas air secara real time. Studi ini memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan strategi pengendalian hayati dan biosekuriti yang lebih integratif dalam sistem akuakultur. Penerapan hasil penelitian ini tidak hanya akan meningkatkan kelangsungan hidup udang dan produktivitas tambak, tetapi juga memperkuat posisi daya saing Indonesia dalam industri perikanan global yang semakin kompetitif dan berbasis keamanan pangan.

Referensi

- Adiwijaya, D., & Supito, I. S. (2008). Penerapan Teknologi Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Semi Intensif Pada Lokasi Tambak Salinitas Tinggi. *Media Budidaya Air Payau Perekayasaan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara*, 7, 54–72.
- Amrullah, S. H., & Mar'iyah, K. (2023). Analisis Total Bakteri *Vibrio* Pada Sampel Air Tambak Udang Vaname Di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar. *Indigenous Biologi: Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 6(1), 8–14.
- Ariadi, H., & Muhtahidah, T. (2022). Analisis permodelan dinamis kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(4), 255–262.
- Arif Mustofa, S. T. (2020). *Pengelolaan kualitas air untuk akuakultur*. Unisnu Press.
- Awalia, N., & Suherman, S. P. (2024). Analisis Penerapan Teknologi dan Best Management Practice Budidaya Udang Vanname (*Litopenaeus Vannamei*) di Tambak Kecamatan Mananggu. *Research Review: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(2), 224–230.
- Beristain, B. T. (2005). *Organic matter decomposition in simulated aquaculture ponds*. Wageningen University and Research.
- BUDIARTO, F. S. I. (2021). *Penyusunan Standar Operasional Prosedur Untuk Meningkatkan Sistem Pengendalian Internal Budidaya Tambak Udang Vaname*.
- Dash, P., Avunje, S., Tandel, R. S., KP, S., & Panigrahi, A. (2017). Biocontrol of luminous vibriosis in shrimp aquaculture: a review of current approaches and

- future perspectives. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25(3), 245–255.
- de Souza Valente, C., & Wan, A. H. L. (2021). *Vibrio* and major commercially important vibriosis diseases in decapod crustaceans. *Journal of Invertebrate Pathology*, 181, 107527.
- Fattah, M. H., Busaeri, S. R., & Kasnir, M. (2017). Changes in Managerial Decision on Pond Management to Adapt to Climate Anomalies in the Coastal Area of Pare-Pare Gulf, District of Pinrang. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 79(1), 12032.
- Feliatra, F. (1999). Identifikasi Bakteri Patogen (*Vibrio* sp.) di Perairan Nongsa Batam Propinsi Riau. *Jurnal Natur Indonesia*, 11(1), 28–33.
- Fitriya, L. (2024). *Uji aktivitas antibakteri ekstrak lobak putih (Raphanus sativus L.) terhadap bakteri vibrio harveyi dan vibrio parahaemolyticus penyebab penyakit vibriosis secara in vitro*. Universitas Islam Negeri Maulanan Malik Ibrahim.
- Haliman, R. W., & Adijaya, D. (2005). Udang vannamei. *Penebar Swadaya*. Jakarta, 75.
- Haque, Z. F., Islam, M. S., Sabuj, A. A. M., Pondit, A., Sarkar, A. K., Hossain, M. G., & Saha, S. (2023). Molecular detection and antibiotic resistance of *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, and *Vibrio alginolyticus* from shrimp (*Penaeus monodon*) and shrimp environments in Bangladesh. *Aquaculture Research*, 2023(1), 5436552.
- Hertika, A. M. S., Putra, R. B. D. S., & Arsad, S. (2022). *Kualitas air dan pengelolaannya*. Universitas Brawijaya Press.
- Kharisma, A., & Manan, A. (2012). Kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada air pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai deteksi dini serangan penyakit vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 4(2).
- Kumar, V., Roy, S., Meena, D. K., & Sarkar, U. K. (2016). Application of probiotics in shrimp aquaculture: importance, mechanisms of action, and methods of administration. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24(4), 342–368.
- Kurniawan, A., Pramudia, Z., Raharjo, Y. T., Julianto, H., & Amin, A. A. (2021). *Kunci Sukses Budidaya Udang Vaname: Pengelolaan Akuakultur Berbasis Ekologi Mikroba*. Universitas Brawijaya Press.
- Larsen, M. H., Blackburn, N., Larsen, J. L., & Olsen, J. E. (2004). Influences of

- temperature, salinity and starvation on the motility and chemotactic response of *Vibrio anguillarum*. *Microbiology*, 150(5), 1283–1290.
- Lestantun, A., Anggoro, S., & Yulianto, B. (2020). Peran biosecurity dalam pengendalian penyakit pada benih udang vanamei di Banten. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Diponegoro Semarang*, 53–58.
- Lightner, D. V. (2011). Virus diseases of farmed shrimp in the Western Hemisphere (the Americas): a review. *Journal of Invertebrate Pathology*, 106(1), 110–130.
- Masriqah, N. (2023). *Efektivitas Bakteri Asam Laktat Terhadap Sistem Imun Udang Vaname (Penaeus vannamei) yang Diinfeksi Bakteri Vibrio parahaemolyticus= The Effectiveness of Lactic Acid Bacteria on the Immune System of Vaname Shrimp (Penaeus vannamei) Infected with Bacteria*. Universitas Hasanuddin.
- Murdjani, M., & Taslihan, A. (2004). Problem Solving Penyakit di Pembenihan Udang. *Media Akuakultur*, 1(1), 19–24.
- Mustafa, M. F., Bunga, M., & Achmad, M. (2019). Penggunaan probiotik untuk menekan populasi bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Science*, 2(2), 69–76.
- NINGRUM, M. K. (2022). *TEKNIK BUDIDAYA UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei) DI BALAI BESAR PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU (BBPBAP) JEPARA, JAWA TENGAH*. UNIVERSITAS AIRLANGGA.
- Noriega-Orozco, L., Acedo-Félix, E., Higuera-Ciapara, I., Jiménez-Flores, R., & Cano, R. (2007). Pathogenic and non pathogenic *Vibrio* species in aquaculture shrimp ponds. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 49(3–4), 60–67.
- Praditia, F. P. (2009). *Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik Melalui Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Windu Penaeus monodon*.
- Prihanto, A. A., Nursyam, H., & Kurniawan, A. (2021). *Probiotik Perikanan: Konsep, Metode, dan Aplikasi*. Universitas Brawijaya Press.
- Rusmana, I., ISRAMILDA, I., & Akhdiya, A. (2021). Characteristics of anti-*Vibrio harveyi* compounds produced by *Bacillus* spp. isolated from shrimp ponds. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(11).
- Sampaio, A., Silva, V., Poeta, P., & Aonofriesei, F. (2022). *Vibrio* spp.: Life strategies,

- ecology, and risks in a changing environment. *Diversity*, 14(2), 97.
- SAPUTRA, A., MAFTUCH, M., ANDAYANI, S. R. I., & YANUHAR, U. U. N. (2023). Pathogenicity of *Vibrio parahaemolyticus* causing acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND) in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in Serang, Banten, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(4).
- Saraswati, E., Putri, C. B., & Sari, S. N. (2023). Analisis Kelimpahan Bakteri *Vibrio* Sp. Pada Media Budidaya Dan Hepatopankreas Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di Kolam Tertutup Dan Terbuka. *Jurnal Lemuru*, 5(2), 252–264.
- Sholihah, S. M., Aditiya, N. Y., Evani, E. S., & Maghfiroh, S. (2023). Konsep uji asumsi klasik pada regresi linier berganda. *Jurnal Riset Akuntansi Soedirman (JRAS)*, 2(2), 102–110.
- Subyakto, S., Sutende, D., Afand, M., & Sofiati, S. (2009). Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Semiintensif dengan Metode Sirkulasi Tertutup untuk Menghindari Serangan Virus [The Semiintensive Culture Of *Litopenaeus Vannamei* By Closed Circulation Method To Prevent Virus Attack]. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 1(2), 121–128.
- Supono, S. (2019). *Budidaya Udang Vaname Salintas Rendah, Solusi untuk Budidaya di Lahan Kritis*.
- Wulandari, N. (2024). *Keanekaragaman Dan Patogenitas Vibrio Sp. Pada Tambak Udang Vanname (Litopenaeus Vannamei) Di Kawasan Desa Rawa Gampong Kec. Pidie Kab. Pidie*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Xiong, J., Dai, W., & Li, C. (2016). Advances, challenges, and directions in shrimp disease control: the guidelines from an ecological perspective. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(16), 6947–6954.
- Zakariah, M. A., Afriani, V., & Zakariah, K. H. M. (2020). *Metodologi Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, Action Research, Research And Development (R n D)*. Yayasan Pondok Pesantren Al Mawaddah Warrahmah Kolaka.
- Zhang, Y., & Andrew, J. (2014). Financialisation and the conceptual framework. *Critical Perspectives on Accounting*, 25(1), 17–26.