

Identification of *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* Contamination in Cultivated Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as a Food Source Supplemented with Probiotics [Identifikasi Cemaran *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) sebagai Bahan Pangan yang Disuplementasi dengan Probiotik]

Wahyu Agnes Clarizza¹⁾, Rahmah Utami Budiandari^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

²⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

*Email Penulis Korespondensi: rahmautami@umsida.ac.id

Abstract. This research aims to identify the contamination of *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* in the cultivation of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) supplemented with probiotics. We employed an experimental design with six treatments, each repeated three times, involving combinations of *Lactobacillus sp.*, *Trichoderma sp.*, and GSO4 probiotics. The data were analyzed descriptively and compared to the Indonesian National Standard (SNI 2728-2018) for fresh shrimp. The research results showed variations in the effects of probiotics on *Escherichia coli* content, while *Salmonella sp.* content remained positive in all treatments. These findings have significant implications in the field of food, particularly in aquaculture, providing new insights into the complexity of interactions between probiotics, pathogenic microbes, and the cultivation environment, with inconsistent observed effectiveness. Therefore, further research is needed to develop more effective strategies to address these complex interactions, including the potential use of probiotic combinations to enhance the control of pathogenic microorganisms in whiteleg shrimp cultivation.

Keywords – *Escherichia coli*; *Salmonella sp.*; *Litopenaeus vannamei*; probiotics

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi cemaran *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* dari hasil budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang disuplementasi dengan probiotik. Kami menggunakan desain eksperimental dengan enam perlakuan dan diulang tiga kali, yang melibatkan kombinasi probiotik *Lactobacillus sp.*, *Trichoderma sp.*, dan GSO4. Data dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 2728-2018) mengenai udang segar. Hasil penelitian menunjukkan variasi dalam efek probiotik terhadap kandungan *Escherichia coli*, sedangkan kandungan *Salmonella sp.* tetap positif pada semua perlakuan. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam bidang pangan khususnya perikanan, dengan memberikan pemahaman baru tentang kompleksitas interaksi antara probiotik, mikroba patogen, dan lingkungan budidaya yang efektivitasnya belum konsisten teramati. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam mengatasi interaksi kompleks ini, termasuk potensi penggunaan kombinasi probiotik untuk meningkatkan pengendalian mikroorganisme patogen pada budidaya udang vaname.

Kata Kunci – *Escherichia coli*; *Salmonella sp.*; *Litopenaeus vannamei*; probiotik

I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) sebagai bahan pangan memiliki potensi yang besar dalam industri perikanan. Udang vaname telah menjadi komoditas andalan ekspor perikanan budidaya di Indonesia dengan nilai jual yang tinggi [1]. Selama tahun 2017 hingga 2021 nilai ekspor udang berkontribusi mencapai rata-rata 8,63% per tahun terhadap total nilai ekspor perikanan Indonesia dan diharapkan akan mengalami peningkatan sebesar 250% pada tahun 2024 [2]. Udang vaname merupakan salah satu spesies udang yang paling banyak dibudidayakan karena pertumbuhannya yang cepat, adaptabilitasnya yang baik terhadap lingkungan budidaya, serta nilai gizinya yang tinggi. Namun, keberhasilan budidaya udang vaname seringkali dihadapkan pada masalah sanitasi dan keamanan pangan.

Keamanan pangan diakui secara global sebagai aspek krusial dalam menjaga kesehatan manusia. Upaya peningkatan keamanan pangan memiliki peran penting dalam memastikan sistem pangan yang efisien guna menjaga ketahanan pangan dan memberikan akses terhadap gizi yang lebih baik untuk saat ini dan masa mendatang. Risiko cemaran bahan pangan baik secara biologis, kimia, dan fisik dapat muncul sepanjang rantai pasokan, mulai dari tahap pembudidayaan hingga konsumsi, sehingga diperlukan strategi pencegahan dan pengendalian yang efektif [3]. Sementara itu, sanitasi merujuk pada serangkaian proses yang dilakukan untuk menjaga kebersihan [4].

Cemaran mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* menjadi perhatian utama dalam budidaya udang vaname karena dapat menyebabkan penyakit pada manusia yang mengkonsumsi udang tersebut. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram-negatif yang dapat ditemukan dalam saluran pencernaan hewan, termasuk udang. Beberapa strain *Escherichia coli* dapat menghasilkan toksin yang berpotensi menyebabkan infeksi pada manusia [5]. Keberadaan *Escherichia coli* sebagai cemaran menunjukkan adanya praktik sanitasi yang kurang baik [6]. Menurut [2], tingkat cemaran bakteri ini pada udang maksimum kurang dari 3 APM/g. Persyaratan kualitas ini telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional dan harus dipenuhi oleh produk udang segar beserta olahannya [7]. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa TPC (*Total Plate Count*) pada udang dari Muara Jawa berkisar antara 5,07 hingga 5,30 CFU/g, sementara hasil *Escherichia coli* pada saat panen dan penanganan oleh penambak menunjukkan angka 4,5 dan 7,5 APM/g dibandingkan dengan dua kecamatan lainnya [8]. Cemaran *Escherichia coli* dalam makanan umumnya disebabkan melalui kontaminasi air oleh kotoran [9].

Salmonella sp. juga merupakan patogen yang umum ditemukan dalam produk perikanan dan makanan laut. Infeksi *Salmonella* pada manusia dapat mengakibatkan penyakit serius seperti *Salmonellosis* [10]. Menurut [7], kandungan mikroba yang terdapat pada udang seperti *Salmonella sp.* harus negatif per 25 g. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa pada bulan Juli 2013, FDA (*Food and Drug Administration*) menolak pengiriman 5 lot udang vaname yang diekspor dari Indonesia karena mengandung bakteri *Salmonella sp.* [11]. Sebagai hasilnya, negara-negara pengimpor sangat memperhatikan keberadaan patogen berbahaya tersebut, dan agen pengimpor selalu menolak produk udang yang tercemar oleh *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* [5].

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan probiotik telah menjadi fokus penelitian yang menarik dalam budidaya udang [12]. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang diberikan melalui pakan atau lingkungan untuk meningkatkan kesehatan udang dan mengendalikan populasi mikroba patogen [13]. Beberapa jenis probiotik yang umum digunakan seperti *Bacillus sp.*, *Lactobacillus sp.*, *Pediococcus sp.*, dan *Saccharomyces cerevisiae* [14]. Penggunaan probiotik dapat memberikan efek positif dalam meningkatkan kualitas air, menjaga keseimbangan mikroorganisme di dalam saluran pencernaan udang, serta mengurangi risiko infeksi oleh patogen [15].

Namun, meskipun penggunaan probiotik menjanjikan, masih diperlukan penelitian lebih lanjut guna memahami efektivitas dan potensi pengaruhnya terhadap cemaran mikroorganisme seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada udang vaname. Pada dasarnya, terdapat beberapa faktor yang berpotensi memengaruhi efek probiotik, seperti jenis probiotik yang digunakan, dosis pemberian, serta kondisi lingkungan budidaya [16].

Oleh karena itu, penting untuk melakukan identifikasi dan pemantauan cemaran mikroorganisme ini dalam budidaya udang vaname guna menjaga sanitasi dan keamanan pangan. Dengan memfokuskan penelitian pada kandungan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* dalam budidaya udang vaname yang disuplementasi dengan probiotik, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang efek probiotik terhadap kualitas mikrobiologi udang.

Dalam artikel ini, peneliti akan menjelajahi perbedaan efektivitas berbagai probiotik yang digunakan pada budidaya udang vaname, serta memperhatikan perubahan dalam kandungan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang potensi penggunaan probiotik sebagai cara yang efektif untuk mengurangi cemaran mikroorganisme patogen pada budidaya udang vaname.

II. METODE

A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada periode September hingga Desember 2022. Sampel diambil dari tambak budidaya udang vaname yang menerapkan teknologi semi intensif di Dusun Tlocor, Desa Kedungpandan, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo. Kemudian penelitian dilakukan analisa mikrobiologi di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan di Dusun Tugusari, Desa Kalianyar, Kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan.

B. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup LAF (*Laminar Air Flow*), inkubator, autoklaf, *colony counter*, *stomacher*, timbangan analitik, cawan petri, mortar, alu, mikropipet, *blue tip*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas beaker, pipet ukur, *spreader*, pisau, spatula, jarum ose, bunsen, korek api, plastik steril, *hand glove*, alat tulis, dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi udang vaname dari kolam bundar, media 3M petrifilm, kapas steril, alkohol 70%, aquades, dan aluminium foil.

C. Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan enam perlakuan dan tiga kali ulangan, sehingga terdapat total 18 unit percobaan. Perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari:

- T0: Tanpa penambahan probiotik (kontrol)
 T1: Penambahan probiotik *Lactobacillus sp.*
 T2: Penambahan probiotik *Trichoderma sp.*
 T3: Penambahan probiotik GSO4
 T4: Penambahan probiotik *Trichoderma sp.* dan GSO4
 T5: Penambahan probiotik *Trichoderma sp.* dan *Lactobacillus sp.*

Probiotik *Lactobacillus sp.* merupakan probiotik komersial merek “Bio Lacto” berbentuk cair yang berisi *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, dan Carrier. Probiotik *Trichoderma sp.* merupakan fungi yang diperoleh dari Lab. Mikrobiologi tanaman prodi Agroteknologi Umsida. Probiotik GSO4 merupakan probiotik komersial merek “Golden Soil” berbentuk cair yang berisi *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, dan *Yeast*.

D. Prosedur penelitian

1. Pengambilan sampel

Metode pengambilan sampel yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling* pada udang vaname memasuki PL (*Post Larva*) 50 dengan berat rata-rata 5-6 gram per ekor. Udang ini sebelumnya telah dibudidaya dengan pemberian probiotik melalui air pemeliharaan dua kali seminggu. Pemberian probiotik dilakukan berdasarkan perlakuan yang telah ditentukan, yaitu kelompok kontrol (tanpa pemberian probiotik), serta kelompok dengan pemberian probiotik multispecies *Lactobacillus sp.*, *Trichoderma sp.*, dan GSO4. Air pemeliharaan udang vaname menggunakan air payau dengan salinitas 15 ppt, dan pakan yang diberikan adalah palet komersil dengan kandungan protein sebesar 35%. Pemberian pakan dilakukan empat kali sehari, dengan laju pemberian sebesar 3% berat badan per hari. Untuk mengatasi permasalahan terkait kotoran udang vaname dan sisa pakan serta limbah lainnya yang terdapat di dasar kolam, dilakukan penyiponan secara berkala. Pengambilan sampel udang dilakukan dengan menggunakan anco. Setelah diambil, sampel udang kemudian dihitung dan ditimbang dengan memperhatikan parameter berat total dan jumlah total ekor. Sampel yang telah dikumpulkan dimasukkan ke dalam *cool box* bersuhu 4°C untuk selanjutnya dilakukan pengujian di UPT Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan.

2. Uji cecairan mikrobiologi

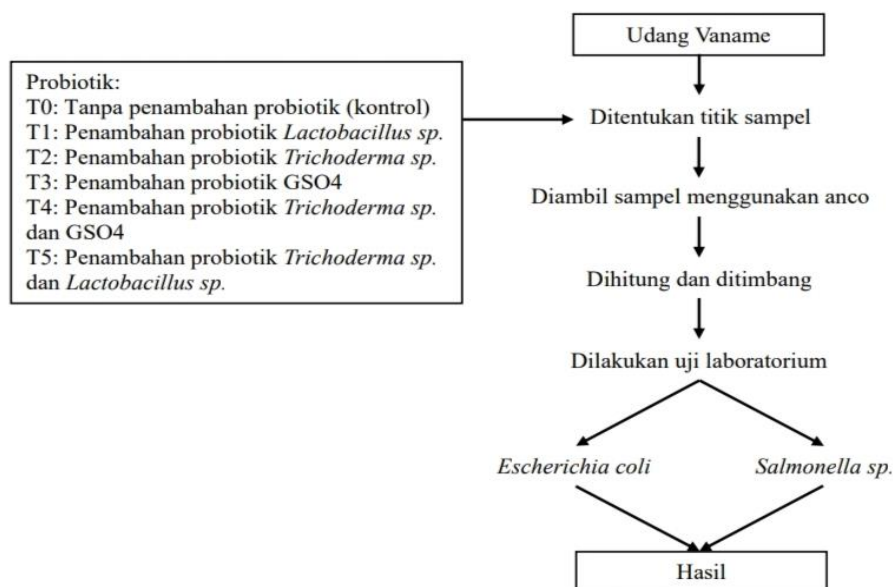
Peralatan gelas yang digunakan dalam penelitian ini dicuci, dikeringkan, dan disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Udang vaname beserta alat dan bahan dimasukkan ke dalam meja *Laminar Air Flow* (LAF) yang dinyalakan selama 10 menit untuk memaksimalkan sterilisasi lingkungan kabinet melalui sinar ultraviolet. Udang vaname tanpa pemberian probiotik (kontrol) dipotong kecil halus, ditimbang sebanyak 25 gram menggunakan timbangan analitik, kemudian dihomogenkan dengan 225 ml aquades menggunakan mortar. Selanjutnya, diambil 1 ml dari pengenceran awal 10^{-1} dan dilakukan pengenceran hingga mencapai 10^{-5} . Setiap kali melakukan perpindahan tabung reaksi, *blue tip* diganti untuk menghindari kontaminasi. Prosedur yang sama juga dilakukan pada sampel udang vaname dengan pemberian probiotik multispecies lainnya. Setiap sampel pengenceran diambil sebanyak 1 ml dan diinokulasi pada media 3M petrifilm menggunakan metode *spread*. Media tersebut kemudian disimpan dalam inkubator tertutup selama 24 ± 2 jam dengan suhu inkubasi 37°C. Hasil yang dikonfirmasi positif untuk *Escherichia coli* ditunjukkan dengan koloni berwarna biru dan menghasilkan gelembung gas, sedangkan *Salmonella sp.* ditunjukkan dengan koloni berwarna merah muda dengan atau tanpa adanya titik mengkilat atau koloni yang sebagian besar berwarna hitam. Rumus perhitungan jumlah koloni bakteri sebagai berikut [17]:

$$N = \text{jumlah koloni per cawan} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}} \quad (1)$$

Keterangan:

N = Jumlah koloni per ml (CFU/g)

Adapun diagram alir prosedur penelitian sebagaimana bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

E. Teknik analisa data

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah pertumbuhan koloni *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan partisipasi aktif dalam seluruh proses pengujian mikrobiologi udang vaname, mulai dari tahap pengambilan sampel hingga perolehan data hasil pengujian. Perhitungan bakteri menggunakan metode SPC (*Standar Plate Count*), di mana jumlah koloni bakteri yang dapat dihitung berkisar antara 25-250 koloni. Data yang diperoleh kemudian dianalisa secara deskriptif dan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia yang berlaku untuk udang segar sesuai dengan ketentuan SNI 2728-2018.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efek probiotik terhadap kandungan *Escherichia coli* bervariasi tergantung pada jenis probiotik yang digunakan. Meskipun beberapa perlakuan menunjukkan penurunan jumlah koloni *Escherichia coli* yang signifikan, seperti pada penambahan *Trichoderma sp.*, perlakuan lainnya justru menghasilkan peningkatan jumlah koloni, seperti pada penambahan *Lactobacillus sp.* dan kombinasi *Trichoderma sp.* dengan GSO4. Adapun rerata hasil uji total *Escherichia coli* pada udang vaname sebagaimana bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata hasil uji total *Escherichia coli* pada udang vaname

Perlakuan	Hasil Uji (CFU/g)	Batas Syarat* (CFU/g)	Keterangan
T0: Tanpa penambahan probiotik (kontrol)	1.1×10^4		TMS
T1: Penambahan probiotik <i>Lactobacillus sp.</i>	1.4×10^5		TMS
T2: Penambahan probiotik <i>Trichoderma sp.</i>	1.9×10^3		TMS
T3: Penambahan probiotik GSO4	2.3×10^4		TMS
T4: Penambahan probiotik <i>Trichoderma sp.</i> dan GSO4	3.9×10^4	$< 1.0 \times 10^3$	TMS
T5: Penambahan probiotik <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>Lactobacillus sp.</i>	5.1×10^4		TMS

Keterangan:

TMS = tidak memenuhi syarat

* = SNI 2728-2018 tentang udang segar

Hasil penelitian terhadap kandungan *Salmonella sp.* pada udang vaname untuk seluruh perlakuan menunjukkan hasil yang positif. Temuan ini menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan mengandung *Salmonella sp.* di atas batas syarat yang telah ditetapkan oleh SNI 2728-2018. Adapun rerata hasil uji total *Salmonella sp.* pada udang vaname sebagaimana bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata hasil uji total *Salmonella* pada udang vaname

Perlakuan	Hasil Uji (CFU/g)	Batas Syarat* (per 25 g)	Keterangan
T0: Tanpa penambahan probiotik (kontrol)	4.3×10^2		Positif
T1: Penambahan probiotik <i>Lactobacillus sp.</i>	4.4×10^2		Positif
T2: Penambahan probiotik <i>Trichoderma sp.</i>	6.9×10^2		Positif
T3: Penambahan probiotik GSO4	4.3×10^2	Negatif	Positif
T4: Penambahan probiotik <i>Trichoderma sp.</i> dan GSO4	4.5×10^2		Positif
T5: Penambahan probiotik <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>Lactobacillus sp.</i>	4.6×10^2		Positif

Keterangan:

Positif = tidak memenuhi syarat

* = SNI 2728-2018 tentang udang segar

B. Pembahasan

Hasil penelitian kandungan mikroba patogen, terutama *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.*, pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan aspek krusial dalam menjaga kualitas dan keamanan pangan dari produk perikanan ini. *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* sering diidentifikasi sebagai indikator cemaran fekal dalam berbagai jenis pangan [5]. Keberadaan bakteri ini mencerminkan kondisi sanitasi yang tidak memadai selama proses budidaya, penanganan, dan pengolahan [6].

Dalam rangka memantauan risiko cemaran *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada udang vaname, penggunaan probiotik telah mendapat perhatian cukup besar sebagai strategi yang paling ramah lingkungan. Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang dapat memberikan manfaat bagi inangnya melalui pengembangan mikroflora yang menguntungkan. Probiotik telah diidentifikasi sebagai agen yang potensial dalam meningkatkan kesehatan udang dan mengurangi risiko infeksi mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* [13].

Namun, hasil positif dari penerapan probiotik sebagian besar didasarkan pada studi *in vitro* atau uji coba *in vivo* dalam skala kecil, di mana semua variabel lingkungan dapat dengan mudah dikontrol [14]. Sementara itu, penerapan probiotik dalam skala yang lebih besar seperti pada tambak udang vaname yang menerapkan teknologi semi intensif masih kurang diteliti secara rinci.

Dalam penelitian ini, enam perlakuan yang berbeda diimplementasikan untuk mengevaluasi efek suplementasi probiotik pada budidaya udang vaname terhadap kandungan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* Penambahan probiotik meliputi *Lactobacillus sp.*, *Trichoderma sp.*, dan GSO4 dalam berbagai kombinasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel melebihi ambang keberadaan *Escherichia coli* pada udang vaname (Tabel 1). Pada perlakuan T0 hingga T5 ditemukan keberadaan *Escherichia coli* dengan tingkat kontaminasi yang bervariasi, yaitu masing-masing $1,1 \times 10^4$ CFU/g untuk T0, $1,4 \times 10^5$ CFU/g untuk T1, $1,9 \times 10^3$ CFU/g untuk T2, $2,3 \times 10^4$ CFU/g untuk T3, $3,9 \times 10^4$ CFU/g untuk T4, dan $5,1 \times 10^4$ CFU/g untuk T5. Hasil ini secara nyata melampaui batas standar yang ditetapkan oleh SNI 2728-2018, yang mengharuskan kandungan *Escherichia coli* dalam udang vaname tidak melebihi 1.0×10^3 CFU/g.

Penelitian sebelumnya oleh [18], mengenai kontaminasi bakteri *Escherichia coli* pada sampel daging juga mengungkapkan variasi dalam tingkat kontaminasi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sekitar 50% dari sampel daging ayam dan 38% dari sampel daging sapi mengandung bakteri *Escherichia coli*, sementara daging kambing tidak menunjukkan adanya kontaminasi. Penelitian lain, yang menguji tingkat kontaminasi *Escherichia coli* pada *feather meal* dan daging ayam, mengungkapkan tingkat kontaminasi sebesar 15×10^6 koloni/g pada *feather meal* dan 11×10^6 koloni/g pada daging ayam, yang melebihi batas standar yang telah ditetapkan [19].

Selanjutnya, hasil penelitian mengenai kandungan *Salmonella sp.* pada udang vaname juga menunjukkan hasil yang positif pada semua perlakuan (Tabel 2). Pada perlakuan T0 hingga T5 menunjukkan adanya keberadaan *Salmonella sp.* dengan kandungan masing-masing sebagai berikut: T0 ($4,3 \times 10^2$ CFU/g), T1 ($4,4 \times 10^2$ CFU/g), T2 ($6,9 \times 10^2$ CFU/g), T3 ($4,3 \times 10^2$ CFU/g), T4 ($4,5 \times 10^2$ CFU/g), dan T5 ($4,6 \times 10^2$ CFU/g). Berdasar pada persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 2728-2018 yang mengharuskan hasil uji bersifat negatif atau berada di bawah batas deteksi, temuan ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan dalam penelitian ini positif atau tidak memenuhi standar yang berlaku.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang mengindikasikan bahwa efek suplementasi probiotik terhadap mikroorganisme patogen tidak selalu menghasilkan penurunan yang signifikan. Menurut [20], hasil pengujian cemaran *Salmonella sp.* pada udang vaname hasil budidaya pasca panen di berbagai lokasi menunjukkan perbedaan yang signifikan antara lokasi budidaya. Beberapa lokasi mengindikasikan positif adanya kontaminasi *Salmonella sp.* yang berasal dari media budidaya, namun lokasi lain seperti Kecamatan Rawajitu Timur menunjukkan adanya negatif kontaminasi *Salmonella sp.*

Probiotik yang di suplementasikan dalam penelitian ini mungkin tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan baru dan mengalami kegagalan dalam berkembang biak serta tumbuh di lokasi yang dituju, seperti saluran usus udang vaname atau air pemeliharaan [9]. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketidakmampuan probiotik multispecies untuk bertahan hidup. Pertama, spesies probiotik diisolasi dari lingkungan yang sangat berbeda, sehingga mereka mengalami kesulitan dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungan di tambak atau saluran usus udang. Kehilangan viabilitas yang signifikan sering kali terkait dengan tingginya konsentrasi asam dan garam empedu di dalam lambung dan usus udang.

Kedua, perbedaan kondisi lingkungan di dalam tambak atau usus udang. Rata-rata data harian yang diambil dari kolam bundar menunjukkan perbedaan pada parameter fisik lingkungan budidaya, melibatkan tingkat oksigen terlarut sebesar 5,96 mg/L, pH sebesar 7,62, salinitas sebesar 9 ppt, dan suhu sebesar 27,17°C. Dari hasil ini memiliki dampak yang nyata terhadap laju pertumbuhan, kelimpahan bakteri, dan hasil sel total probiotik.

Ketiga adalah karakteristik unik dari setiap probiotik yang disuplementasikan juga memainkan peran penting dalam interaksi mereka dengan mikroorganisme target [21]. Adanya persaingan dengan mikroorganisme asli udang dalam memperebutkan substrat organik yang sama, seperti sumber karbon, dapat menjadi faktor penentu dalam keberhasilan atau kegagalan probiotik untuk mendominasi lingkungan target [20].

Probiotik *Lactobacillus sp.*, yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, dan Carrier, telah terbukti memiliki potensi dalam memodulasi mikroflora usus serta meningkatkan sistem kekebalan inang. Namun, hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan kandungan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada perlakuan ini. Hal ini mungkin disebabkan oleh kompetisi antara probiotik dan mikroorganisme patogen dalam memperebutkan sumber daya dan ruang di lingkungan usus udang vaname. Interaksi ini dapat merangsang pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* sebagai respons terhadap persaingan, selain dampak negatif dari penambahan probiotik *Lactobacillus sp* [13].

Sementara itu, perlakuan dengan penambahan probiotik *Trichoderma sp.* menyebabkan penurunan signifikan kandungan *Escherichia coli* dan peningkatan signifikan kandungan *Salmonella sp.* pada udang vaname. Fungi *Trichoderma sp.* dikenal memiliki sifat antifungi dan antimikroba yang dapat memengaruhi mikroorganisme patogen dalam lingkungan. Pengendalian mikroorganisme patogen oleh *Trichoderma sp.* berkaitan dengan produksi senyawa metabolit sekunder seperti enzim kitinase dan senyawa antifungal yang menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen. Meskipun demikian, peningkatan kandungan *Salmonella sp.* mengisyaratkan pengaruh dari interaksi dengan lingkungan budidaya dan komposisi mikrobiota alami udang vaname [22].

Lebih lanjut, penambahan probiotik GSO4 yang mengandung berbagai jenis mikroorganisme seperti *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, dan *Yeast*, tidak sepenuhnya mampu mengendalikan kandungan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada udang vaname. Tren yang terlihat dalam kombinasi probiotik *Trichoderma sp.* dengan GSO4 serta *Lactobacillus sp.* juga menunjukkan bahwa adanya sinergi atau antagonisme antara jenis probiotik dan lingkungan budidaya dapat menghasilkan hasil yang beragam [23].

Menurut [24], viabilitas probiotik memiliki peran yang sangat penting dalam spesies perikanan dan berfungsi sebagai salah satu prasyarat dalam skrining probiotik untuk aplikasi di bidang perikanan. Probiotik yang memiliki viabilitas rendah mungkin tidak memberikan kontribusi yang efektif, karena probiotik multispecies tidak cukup baik di lingkungan tujuannya. Hal ini mungkin menjelaskan mengapa penelitian melaporkan bahwa suplementasi probiotik tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil produksi.

Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh [25], melaporkan bahwa penambahan probiotik komersial tidak memiliki pengaruh yang terlihat pada bakteri dominan pada tingkat filum dan genus di dalam kolam pemeliharaan. Temuan serupa juga diungkapkan dalam studi oleh [16], yang mencatat bahwa penambahan bakteri pengoksidasi organik dan amonia komersial tidak memiliki efek yang signifikan terhadap kualitas air atau degradasi limbah di tambak udang yang menggunakan teknologi bioflok. Semua informasi ini menunjukkan bahwa strategi dan metode dalam penerapan probiotik pada budidaya perikanan perlu diperbaharui secara cermat guna meningkatkan efektivitasnya.

Komposisi mikroba pada tambak udang menunjukkan keragaman variasi baik dalam air tambak maupun usus udang vaname, meskipun semua tambak yang diambil sampelnya telah dikenai perlakuan yang seragam. Temuan ini merefleksikan kompleksitas lingkungan mikrobiota dalam budidaya perikanan [26]. Terlebih lagi, implementasi probiotik dalam pembudidayaan luar ruangan yang berada di bawah pengaruh lingkungan yang sulit diatur tampaknya belum berhasil menghasilkan efek yang signifikan. Hipotesis ini diperkuat oleh serangkaian penelitian yang mengindikasikan bahwa dampak positif probiotik terhadap hasil produksi belum secara konsisten teramati [25].

Dengan mengakui permasalahan ini, evaluasi suplementasi probiotik dalam tambak udang vaname yang menerapkan teknologi semi intensif menjadi sangat penting. Perlu adanya studi lanjutan guna mengembangkan strategi yang lebih efektif, terutama dalam sistem komersial di luar ruangan. Pendekatan langsung dalam pemberian probiotik, seperti yang dilakukan dalam penelitian ini, sebaiknya dihindari. Berbagai faktor seperti waktu dan frekuensi pemberian, spesies probiotik yang dipilih, metode pemberian (enkapsulasi), serta suplementasi prebiotik untuk mendukung kebutuhan nutrisi spesies probiotik, harus dipertimbangkan dengan cermat [21].

Sebagai alternatif pendekatan sinbiotik yang menggabungkan probiotik dan prebiotik secara bersamaan menjadi pilihan menarik. Prebiotik berfungsi sebagai nutrisi yang dibutuhkan oleh probiotik untuk tumbuh dan berkembang biak di lokasi target. Beberapa penelitian baru-baru ini melaporkan penerapan sinbiotik pada udang vaname. Namun, pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk memastikan bahwa pendekatan ini memberikan hasil yang optimal dalam budidaya komersial udang vaname di luar ruangan [24].

Selain aspek probiotik yang telah dijelaskan sebelumnya, hasil penelitian ini juga memiliki implikasi penting terhadap aspek keamanan pangan dalam budidaya udang vaname sebagai bahan pangan. Temuan bahwa kandungan *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada seluruh perlakuan melebihi batas syarat SNI 2728-2018 menunjukkan adanya potensi risiko kesehatan bagi konsumen yang mengonsumsi udang vaname yang terkontaminasi oleh bakteri patogen.

Udang vaname sebagai salah satu komoditas perikanan dengan nilai ekonomi yang tinggi dan beragam produk olahannya, memiliki peran penting dalam pasokan pangan [1]. Namun, keselamatan dan keamanan produk pangan menjadi aspek penting dalam memastikan bahwa produk yang dikonsumsi oleh masyarakat terbebas dari kontaminasi mikrobiologis yang berpotensi membahayakan kesehatan. Adanya kontaminasi oleh bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk infeksi gastrointestinal, keracunan makanan, dan bahkan kondisi yang lebih serius [27].

Oleh karena itu, penggunaan probiotik sebagai strategi pengendalian mikrobiologis dalam budidaya udang vaname perlu mempertimbangkan dampaknya tidak hanya terhadap kandungan mikroba patogen, tetapi juga terhadap kualitas mikrobiologis produk pangan yang dihasilkan. Hasil penelitian ini memberikan wawasan mendalam tentang peran probiotik dalam mengurangi cemaran mikroorganisme patogen, terutama *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.*, dalam konteks budidaya udang vaname. Variasi hasil yang ditemukan menegaskan pentingnya pemilihan jenis probiotik yang tepat dan pengembangan formulasi yang sesuai sebagai faktor kunci dalam mencapai pengendalian yang efektif terhadap cemaran mikroba patogen pada budidaya perikanan. Penelitian ini juga membuka peluang eksplorasi lebih lanjut terkait kompleksitas interaksi antara probiotik dan lingkungan budidaya, serta potensi penggunaan kombinasi probiotik untuk meningkatkan efektivitas pengendalian cemaran mikroorganisme patogen pada udang vaname.

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian tentang cemaran *Escherichia coli* dan *Salmonella sp.* pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan suplementasi probiotik menunjukkan bahwa semua sampel perlakuan melewati batas yang ditetapkan oleh SNI 2728-2018. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam bidang pangan khususnya perikanan, dengan memberikan pemahaman baru tentang kompleksitas interaksi antara probiotik, mikroba patogen, dan lingkungan budidaya yang efektivitasnya belum konsisten teramati. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam mengatasi interaksi kompleks ini, termasuk potensi penggunaan kombinasi probiotik untuk meningkatkan pengendalian mikroorganisme patogen pada budidaya udang vaname.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada rekan di Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas dukungan dan saran teknis selama penelitian. Serta kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan finansial melalui MBKM Program Matching Fund tahun 2022.

REFERENSI

- [1] B. P. B. A. P. (BPBAP), *BUDIDAYA UDANG VANAME (Litopenaeus vannamei) DI TAMBAK MILENIAL Millennial Shrimp Farming (MSF)*, 1st ed. Situbondo: Agustus 2021, 2021.
- [2] R. Rastina, W. E. Sari, A. Azhari, Y. A. Munthe, M. Isa, and Z. Zainuddin, "Deteksi Cemaran *Escherichia Coli* Pada Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di Tambak Lhoong Aceh Besar," *J. Ilm. Mhs. Vet.*, vol. 7, no. 1, pp. 75–79, 2023.
- [3] A. Rosamilia *et al.*, "Microbiological and Chemical Analysis of Food Collected Under Official Control in the Emilia-Romagna Region of Northern Italy, 2014–2019," *J. Food Prot.*, vol. 86, no. 5, p. 100080, 2023, doi: 10.1016/j.jfp.2023.100080.
- [4] R. S. Pasue, F. A. Dali, and L. Mile, "Uji *Salmonella sp.* pada Yellowfin Tuna (*Thunnus albacores*) yang Dipasarkan di Kota Gorontalo," *Nikè J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 4, no. 2, pp. 56–63, 2016.
- [5] M. Faridullah, V. C. Roy, and U. J. Lithi, "Prevalence of *Salmonella* and *Escherichia coli* contamination in shrimp (*Penaeus monodon*) farms, depots and processing plants in different areas of Bangladesh," *Asian J.*

- Med. Biol. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 171–176, 2016, doi: 10.3329/ajmbr.v2i2.29007.
- [6] W. P. Rahayu, S. Nurjanah, and E. Komalasari, *ESCHERICHIA COLI: Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko*, C.01/05.20. Bogor, 2018.
- [7] B. S. N. (BSN), “Standar Nasional Indonesia (SNI) Udang Segar,” in *SNI 2728-2018 Udang Segar*, Jakarta, 2018, pp. 1–8.
- [8] W. Hendro Fauzan *et al.*, “Detection of Escherichia coli Contamination in Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at Fish Auction Place (TPI) Lampulo Banda Aceh,” *J. Med. Vet.*, vol. 15, no. 2, pp. 135–139, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.21157/j.med.vet.v14i2.26075>
- [9] N. Nursyirwani, M. Mardalisa, U. M. Batubara, N. Nurhayati, and R. F. Putri, “Microbiological Quality of Vannamei Shrimp Pond Waters in Rupert Island, Bengkalis District, Riau,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1118, no. 1, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1118/1/012022.
- [10] Y. D. Porto *et al.*, “Salmonella spp. in Aquaculture: An Exploratory Analysis (Integrative Review) of Microbiological Diagnoses between 2000 and 2020,” *Animals*, vol. 13, no. 1, 2023, doi: 10.3390/ani13010027.
- [11] E. R. Blickem, J. W. Bell, D. M. Baumgartel, and J. Debeer, “Review and Analysis of Tuna Recalls in the United States, 2002 through 2020,” *J. Food Prot.*, vol. 85, no. 1, pp. 60–72, 2022, doi: 10.4315/JFP-21-254.
- [12] J. Dahlan, M. Hamzah, and A. Kurnia, “Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang Dikultur pada Sistem Bioflok dengan Penambahan Probiotik,” *JSiPi (Jurnal Sains dan Inov. Perikanan) (Journal Fish. Sci. Innov.)*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2019, doi: 10.33772/jsipi.v1i2.6591.
- [13] I. C. Dewi, “Pengaruh Pemberian Probiotik Lactobacillus sp . dan Bacillus sp . dengan Dosis yang Berbeda pada Media Pemeliharaan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Effect of probiotic Lactobacillus sp . and Bacillus sp . ,” vol. 3, no. 1, pp. 37–50, 2023.
- [14] V. Kumar, S. Roy, D. K. Meena, and U. K. Sarkar, “Application of Probiotics in Shrimp Aquaculture: Importance, Mechanisms of Action, and Methods of Administration,” *Rev. Fish. Sci. Aquac.*, vol. 24, no. 4, pp. 342–368, 2016, doi: 10.1080/23308249.2016.1193841.
- [15] A. Kusmiatun, M. Abrori, I. N. Sudiarsa, and A. C. Nisa, “MENINGKATKAN KINERJA PERTUMBUHAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) Application of Commercial Multispecies Probiotics to Improve Growth Performances of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*),” vol. 12, no. 4, pp. 734–745, 2022.
- [16] M. Jefri, W. H. Satyantini, A. M. Sahidu, D. D. Nindarwi, and Rozi, “Application of probiotics for organic matter and enhancement of growth performance in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*),” *J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 12, no. 1, pp. 97–104, 2020, doi: 10.20473/jipk.v12i1.16618.
- [17] N. F. Laily, N. Nurhayati, E. Kusdiyantini, and T. Lunggani, “Peningkatan kualitas air Waduk Diponegoro Semarang dengan fi lter arang aktif Improve the water quality of Diponegoro Reservoir with active charcoal fi lter,” vol. 27, no. 1, pp. 12–23, 2022.
- [18] S. Bahri, S. Rokhim, and Y. S. Prasiska, “Kontaminasi Bakteri Escherichia coli pada Sampel Daging,” *J. Heal. Sci. Prev.*, vol. 3, no. 1, pp. 62–67, 2019, doi: 10.29080/jhsp.v3i1.195.
- [19] F. S. Ikhriandanty and N. Hidayah, “Uji Escherichia coli pada feather meal dan daging ayam,” vol. 7, no. 1, pp. 17–18, 2023.
- [20] S. dan M. U. K. A. Dewi Sartika, “KAJIAN CEMARAN SALMONELLA SP PADA PASCA PANEN UDANG VANNAMEI HASIL BUDIDAYA DI WONOSOBO, KOTAAGUNG, HANURA DAN RAWAJITU TIMUR,” 2015.
- [21] M. Amin *et al.*, “The fate of probiotic species applied in intensive grow-out ponds in rearing water and intestinal tracts of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*,” *Open Agric.*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.1515/opag-2022-0152.
- [22] C. A. Pebrianto, . Sukenda, and . Widanarni, “The potential of Trichoderma sp. as antibacterial and immunostimulant on white shrimp (*Litopenaeus vannamei*),” *J. Akuakultur Indones.*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2010, doi: 10.19027/jai.9.1-8.
- [23] B. Lakshmi, B. Viswanath, and D. V. R. Sai Gopal, “Probiotics as Antiviral Agents in Shrimp Aquaculture,” *J. Pathog.*, vol. 2013, pp. 1–13, 2013, doi: 10.1155/2013/424123.
- [24] J. X. H. Goh *et al.*, “Harnessing the potentialities of probiotics, prebiotics, synbiotics, paraprobiotics, and postbiotics for shrimp farming,” *Rev. Aquac.*, vol. 14, no. 3, pp. 1478–1557, 2022, doi: 10.1111/raq.12659.
- [25] A. Mustafa *et al.*, “Strategy for Developing Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Culture Using Intensive/Super-Intensive Technology in Indonesia,” *Sustain.*, vol. 15, no. 3, 2023, doi: 10.3390/su15031753.
- [26] P. N. Imamah and M. Efendy, “ANALISIS CEMARAN BAKTERI Escherichia coli PADA DAGING IKAN PELAGIS KECIL (Studi Kasus) DI PERAIRAN LAUT UTARA DAN SELATAN KABUPATEN SAMPANG,” *Juv. Ilm. Kelaut. dan Perikan.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–24, 2021, doi: 10.21107/juvenil.v2i1.9656.
- [27] A. Sulistiani and H. Hafiludin, “Karakteristik Mikrobiologi (ALT, E. Coli dan Salmonella) pada Produk Hasil Perikanan di BPMHP Semarang,” *Juv. Ilm. Kelaut. dan Perikan.*, vol. 3, no. 1, pp. 37–43, 2022, doi:

10.21107/juvenil.v3i1.15342.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.