

## Deteksi Bakteri *Salmonella sp* sebagai Bioindikator pada Budidaya Udang Vaname di Pesisir Probolinggo

### Detection Bacteria of *Salmonella sp* as Bioindicators in Vaname Shrimp Farming in Coastal Probolinggo

Muhammad Musa<sup>\*1,2</sup>, Mohammad Mahmudi<sup>1,2</sup> dan Astri Lestari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran Malang 65145, Indonesia

<sup>2</sup>AquaRES Research Group, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

\*Korespondensi penulis: musa\_fpi@ub.ac.id

#### Abstrak

Perairan pesisir Probolinggo menjadi salah satu sumber air baku untuk media budidaya udang vaname. Kasus penolakan hasil produksi udang yang diekspor karena teridentifikasi adanya bakteri *Salmonella sp* yang dapat berasal dari perairan budidaya. Hal ini telah banyak terjadi dikarenakan bakteri merupakan salah satu indikator keamanan pangan. Keberadaan bakteri *Salmonella sp* tersebar di perairan dimana menjadi habitat dari udang vaname yang dibudidayakan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keberadaan bakteri *Salmonella sp* pada perairan pesisir Probolinggo sebagai bioindikator kegiatan budidaya udang vaname pada air di pesisir Probolinggo dan mengetahui kondisi parameter fisika-kimia perairannya. Penelitian menggunakan metode survei dengan pengukuran dilakukan secara insitu dan eksitu. Hasil penelitian diperoleh rata-rata total bakteri *Salmonella* dengan tiga kali pengambilan sampel di 5 stasiun pada kisaran 136,67 – 5025,33 CFU/ml dan dikategorikan telah perairan telah tercemar bakteri *Salmonella*. Kadar bakteri *Salmonella* di 5 stasiun tidak berbeda nyata dan hasil pengukuran parameter suhu (30 – 32°C), pH (7,48 -7,59), oksigen terlarut (5,53 - 7,23 mg/L), salinitas (16,33 – 28,33 ppt), nitrit (0,0037 - 0.0121 mg/L), amonia (0,0565 - 0.1119 mg/L), dan total bahan organik (31.18 - 56.04 mg/L) menunjukkan nilai optimal dan masih sesuai dengan standar baku mutu air sumber budidaya udang vaname.

**Kata Kunci:** Air Baku, Bakteri, Bioindikator, Pesisir, Udang.

#### Abstract

The coastal waters of Probolinggo are one of the sources of water supply for vaname shrimp farming media. Cases of rejection of exported shrimp production results due to the identification of *Salmonella sp* bacteria that can originate from cultivated waters. This has happened a lot because bacteria are one of the indicators of food safety. The presence of *Salmonella sp* bacteria is spread in waters where the habitat of cultured vaname shrimp. The purpose of the study was to determine the presence of *Salmonella sp* bacteria in the coastal waters of Probolinggo as a bioindicator of vaname shrimp farming activities in water in coastal Probolinggo and determine the condition of physico-chemical parameters of its waters. The study used a survey method with measurements taken insitu and exitu. The results obtained the average total *Salmonella* bacteria with three sampling times at 5 stations in the range of 136.67 - 5025.33 CFU/ml. . *Salmonella* bacteria levels at 5 stations were not significantly different and

Received: 20 September 2024

Accepted: 2 October 2024

Published: 28 October 2024

the measurement results of temperature parameters (30 - 32°C), pH (7.48 -7.59), dissolved oxygen (5.53 - 7.23 mg/L), salinity (16.33 - 28.33 ppt), nitrite (0.0037 - 0.0121 mg/L), ammonia (0.0565 - 0.1119 mg/L), and total organic matter (31.18 - 56.04 mg/L) showed optimal values and were still in accordance with the water quality standards for vaname shrimp culture sources.

**Keywords:** Bacteria, Bioindicator, Coastal, Shrimp, Water supply.

## PENDAHULUAN

Probolinggo merupakan kabupaten atau kota yang berada di bagian utara Provinsi Jawa Timur yang secara administratif terdiri dari 5 kecamatan yaitu 2 kecamatan yang memiliki wilayah pesisir (Kecamatan Mayangan dan Kademangan) dan 3 kecamatan yang tidak memiliki wilayah pesisir (Peraturan Walikota Probolinggo Nomor 177 Tahun 2018). Pesisir Probolinggo merupakan salah satu wilayah pesisir di Indonesia yang memiliki peran sebagai pusat perekonomian masyarakat. Wilayah pesisir memiliki potensi hayati dan non hayati yang sangat melimpah. Hal inilah yang menyebabkan terpusatnya kegiatan masyarakat di wilayah pesisir seperti kegiatan perikanan baik perikanan tangkap dan perikanan budidaya, kegiatan industri serta pariwisata. Menurut Musa *et al.*, (2022), kegiatan yang terdapat di wilayah pesisir Probolinggo yaitu kegiatan perikanan tangkap dan budidaya, Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP), Tempat Pelelangan Ikan (TPI), wisata BJBR, pemukiman padat penduduk, industri dan pertanian. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Probolinggo, produksi budidaya perikanan tertinggi pada tahun 2021 adalah budidaya udang vaname dengan total produksi 1.076.571 ton. Namun, perkembangan kegiatan yang ada di wilayah pesisir Probolinggo tidak diimbangi dengan pemanfaatan dan pengelolaan yang tepat. Hal ini menyebabkan adanya kerusakan pada potensi ekosistem di wilayah pesisir.

Pencemaran antropogenik mengancam kualitas air pesisir dan menyebabkan kerusakan bagi biodiversitas (Dsikowitzky *et al.*, 2016). Kegiatan atau aktivitas masyarakat pesisir yang tinggi berpengaruh pada besarnya bahan pencemar baik organik dan anorganik yang masuk ke perairan (Fernandez *et al.*, 2023). Keadaan ini akan memberikan pengaruh pada pemanfaatan perairan pesisir yang salah satunya digunakan sebagai air baku untuk kegiatan budidaya perikanan khususnya budidaya udang vaname yang banyak dilakukan oleh masyarakat pesisir Probolinggo. Dimana, kondisi kualitas perairan pesisir Probolinggo akan berpengaruh terhadap keberhasilan kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya udang vaname yang dilakukan di pesisir Probolinggo tidak hanya menggunakan air laut sebagai air baku budidayanya. Beberapa tambak udang juga menggunakan air sumur bor dan air sungai sebagai sumber tambahan untuk mengatur tingkat salinitas air agar sesuai kebutuhan kegiatan budidaya udang vaname. Sehingga penting dilakukan penelitian terhadap kualitas air yang digunakan untuk kegiatan

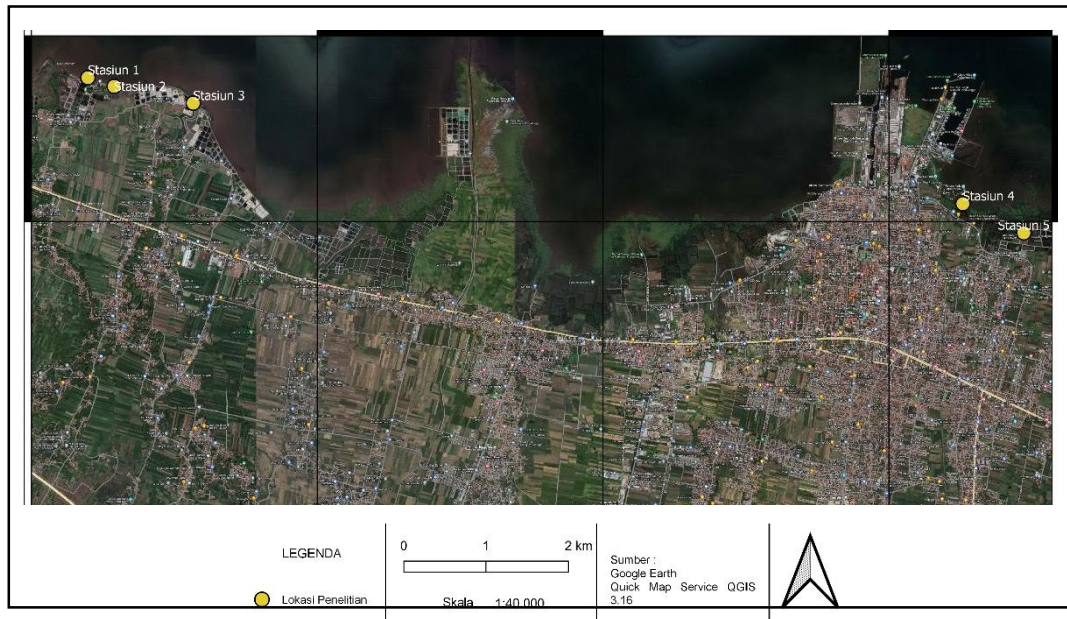
budidaya udang vaname. Selain pengukuran parameter fisika dan kimia kualitas perairan, juga perlu dilakukan pengukuran parameter mikrobiologi yaitu bakteri patogen *Salmonella sp*. Kemunculan *Salmonella sp*. dalam budidaya udang dapat berkaitan dengan penggunaan air baku yang mengandung limbah seperti pencemaran tinja, biologi, kontaminan baru seperti bakteri yang resistan terhadap antibiotik telah diidentifikasi sebagai risiko kesehatan masyarakat dan juga berhubungan dengan keberadaan bakteri feses di kolam akuakultur (Hamilton et al., 2018). Kasus paparan bakteri *Salmonella sp*. pada produk hasil tambak udang vaname yang hampir selalu terjadi pada kegiatan budidaya. Beberapa kasus penolakan produk perikanan Indonesia yaitu udang dan gurita oleh Uni Eropa yang terjadi pada tahun 2007-2017 yang salah satu penyebabnya adalah adanya kandungan bakteri *Salmonella sp* (Sulistiani dan Hafiludin, 2022).

Deteksi bakteri *Salmonella sp*. sebagai bioindikator pada air baku budidaya udang vaname merupakan salah satu upaya untuk mengetahui dan mengantisipasi adanya cemaran bakteri *Salmonella sp*. pada kegiatan budidaya udang yang ada di wilayah pesisir Probolinggo. Hasil budidaya udang vaname tercemar bakteri *Salmonella sp*. yang berasal dari cemaran air baku laut yang digunakan sebagai media budidaya (Sartika et al., 2016). Keberadaan *salmonella* pada ekosistem perairan dapat berpengaruh terhadap kualitas perairan dan berdampak pada biota yang mungkin dikonsumsi oleh manusia. Sehingga penelitian deteksi keberadaan bakteri salmonella pada perairan pesisir Probolinggo sebagai bioindikator kegiatan budidaya udang vaname dianggap penting dan perlu dilakukan.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan bulan Juli sampai Agustus 2024 di wilayah pesisir Probolinggo dengan menggunakan 5 stasiun yaitu 3 stasiun di pesisir sekitar tambak intensif yang ada di Desa Bayeman dan 1 stasiun di timur Beejay Bakau Resort (BJBR) dan 1 stasiun berada di sekitar Laboratorium Perikanan Air Payau dan Laut (PAPL) Probolinggo FPIK-UB (**Gambar 1**). Stasiun 1 pada koordinat 113° 7' 47.31" BT dan 8° 16' 31.6 " LS, Stasiun 2 (113° 7' 57.78" BT dan 8° 16' 28.12" LS), Stasiun 3 (113° 8' 29.28" BT dan 8° 16' 21.46" LS, Stasiun 4 113° 13' 36.19" BT dan 8° 15' 41.37" LS serta Stasiun 5 pada koordinat 113° 14' 0.51" BT dan 8° 15' 29.75"LS. Penentuan stasiun berdasarkan tata guna lahan di sekitar seperti pemukiman, kegiatan pariwisata dan kegiatan industri.



**Gambar 1.** Stasiun Pengambilan Sampel

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Alat dan bahan diperlukan untuk pengambilan sampel air yaitu ember, botol, kertas label, lakban, cool box, dan ice gel. Alat dan bahan yang digunakan untuk pengujian kualitas air di lapang meliputi termometer, pH meter, refraktometer, DO meter, dan aquades. Alat dan bahan yang diperlukan dalam pengujian parameter kualitas air di laboratorium yaitu pipet volume, erlenmeyer, spektrofotometer, gelas ukur, cuvet, bola hisap, pipet tetes, nampan, beaker glass, washing bottle, beaker glass, tabung reaksi, hot plate, rak tabung reaksi, statif dan klem, aquades, larutan NED Nessler, sulfanilamide dan ammonium molibdat.

### **Rancangan dan Prosedur**

Rancangan penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan pengambilan data dilakukan dengan observasi lapang. Metode ini digunakan untuk mengetahui kondisi perairan pesisir Probolinggo yang akan digunakan sebagai sumber air baku kegiatan budidaya udang vaname dilihat dari data total bakteri *Salmonella sp.* dan data parameter fisika-kimia kualitas air pesisir. Selain itu, metode deskriptif juga digunakan untuk menjelaskan hubungan antara bakteri *Salmonella sp.* dengan parameter fisika-kimia kualitas air. Data pada penelitian ini meliputi data total bakteri *Salmonella sp.* pada air sumber budidaya yaitu perairan pesisir Probolinggo, data parameter kualitas air (suhu, pH, DO, salinitas, nitrit, amonia, dan TOM. Penentuan titik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu di 5 stasiun merupakan perairan pesisir yang terdapat saluran inlet untuk kegiatan tambak. Pengambilan sampel air dilakukan 2 minggu sekali selama 2 bulan pada kelima stasiun. Pengukuran parameter kualitas air

dibedakan menjadi dua yaitu in situ (langsung di lapang) dan ex situ (laboratorium). Pengukuran parameter suhu, pH, DO, salinitas dilakukan secara langsung di lapang. Parameter nitrit, amonia dan TOM dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi FPIK-UB. Perhitungan total bakteri *Salmonella* dilakukan di UPT. Laboratorium Kesehatan Ikan dan Lingkungan Kecamatan Bangil, Pasuruan.

### Analisis Data

Data hasil perhitungan total Bakteri *Salmonella sp.* dianalisis menggunakan uji statistik untuk melakukan uji beda kadar bakteri *Salmonella sp.* antar stasiun penelitian dengan menggunakan uji beda non parametrik Kruskal-Wallis. Data parameter fisika-kimia kualitas air ditampilkan dan dibahas secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Total Bakteri *Salmonella sp*

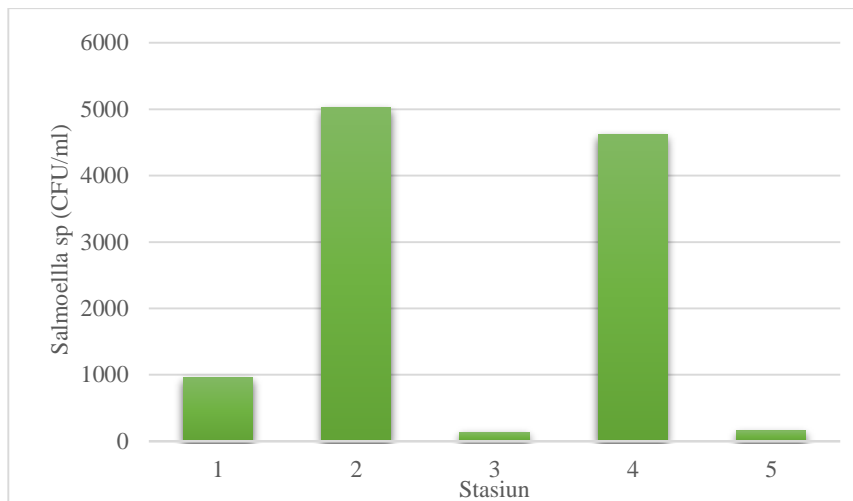
Total bakteri *Salmonella sp* diukur dengan menghitung total koloni bakteri pada satu milimeter air sampel. Hasil pengukuran total bakteri *Salmonella sp* dapat dilihat pada **Tabel 1 dan Gambar 2**. Kadar bakteri *Salmonella sp* tertinggi diperoleh pada Stasiun 2 sebesar 5025,33 CFU/ml. Kadar bakteri tertinggi kedua diperoleh pada Stasiun 4 dengan nilai 4616,67 CFU/ml. Untuk stasiun dengan kadar terendah adalah Stasiun 3 dengan nilai 136,67 CFU/ml.

**Tabel 1.** Total Bakteri *Salmonella sp* (CFU/ml)

Ulangan	Stasiun				
	1	2	3	4	5
1	2000	30	0	1200	330
2	840	15000	120	12000	71
3	20	46	290	650	74
Rata-rata	953.33	5025.33	136.67	4616.67	158.33

Berdasarkan 2 peraturan terkait kadar bakteri *Salmonella sp* yaitu PP nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, baku mutu kandungan bakteri patogen di perairan bagi biota laut yaitu dikategorikan nihil pada satuan sel/100 mL dan untuk batas kolam akuakultur untuk *Salmonella sp.* ke tingkat rendah yaitu 5–30 *Salmonella sp.* per L (Hamilton et al., 2018). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perairan pesisir Probolinggo telah tercemar bakteri *Salmonella sp.* Kegiatan budidaya udang vaname dengan penggunaan air di wilayah pesisir Probolinggo sebagai air baku akan menyebabkan adanya paparan bakteri *Salmonella sp* pada hasil budidayanya.

Kadar bakteri *Salmonella sp* yang relatif tinggi pada penelitian ini disebabkan masuknya limbah organik dalam jumlah yang besar ke badan perairan yang berasal kegiatan masyarakat, industri dan pariwisata. Menurut Prayitno dan Nuril (2017), *Salmonella sp.* di perairan berhubungan dengan kadar bahan organik karena berperan sebagai sumber energi, karbon dan elektronnya dimana bahan organik memiliki peran sebagai sumber nutrisi bagi bakteri ini.



**Gambar 2.** Total Bakteri *Salmonella sp*

### Perbedaan Kadar *Salmonella sp* antar Stasiun

Dari analisis data yang telah dilakukan menunjukkan data total bakteri *Salmonella sp.* kelima stasiun tidak berdistribusi normal sehingga tidak dapat dilanjutkan dengan uji beda parametrik dan dapat dilakukan uji beda non-parametrik Kruskal-Wallis. Metode uji *Kruskal-Wallis* merupakan salah satu metode pengujian statistik non parametrik yang digunakan untuk mencari ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara variabel kelompok (Jamco dan Balami, 2022). Hasil uji Kruskal-Wallis dapat dilihat pada **Tabel 2**. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa kadar bakteri *Salmonella sp* tidak berbeda nyata di kelima stasiun. Hasil uji ini terlihat tidak sesuai dengan data hasil pengukuran total bakteri pada Tabel 1, hal ini terjadi karena nilai standar deviasi pada kelima stasiun yang besar, sehingga hasil analisis statistik tidak sesuai dan tidak mewakili dengan data lapang.

### Kualitas Air

Hasil Pengukuran parameter kualitas air pada kelima stasiun wilayah pesisir Probolinggo dapat dilihat pada **Tabel 3**. Parameter kualitas air yang diukur terdiri dari 7 parameter yaitu 1 parameter fisika yaitu suhu dan 6 parameter kimia yaitu pH, salinitas, *Dissolved Oxygen (DO)*, nitrit, amonia dan *Total Organic Matter (TOM)*.

Nilai suhu yang diperoleh pada penelitian ini adalah 30 – 32°C termasuk kategori baik untuk budidaya udang vaname. nilai suhu perairan yang baik untuk pertumbuhan udang yaitu kisaran 29-30oC. Suhu yang optimal bagi pertumbuhan udang yaitu pada kisaran 25-32oC (Usman dan Rochmady, 2017). Nilai suhu yang diperoleh pada penelitian juga sesuai untuk pertumbuhan bakteri *Salmonella sp.* di perairan dimana suhu optimal bagi salmonella yaitu 35-37oC (Usman, 2015). Hasil pengukuran pH yaitu 7,48 -7,59 pada penelitian ini berada pada kisaran optimal bagi budidaya udang vaname. Menurut Permen-KP No 75 Tahun 2016 mengenai baku mutu air sumber budidaya udang vaname tambak intensif, kisaran nilai pH yang baik bagi pertumbuhan udang vaname yaitu berada di kisaran 7,5 – 8,5. Fluktuasi pH pada perairan yang berperan sebagai media budidaya udang vaname juga harus dijaga karena dapat menyebabkan stress pada udang dan mempermudah terjadinya paparan penyakit. Menurut Fatiqin et al, (2019) kisaran nilai pH yang optimal bagi pertumbuhan bakteri *Salmonella sp.* yaitu 3,6- 9,5 sehingga dari hasil pH perairan yang diperoleh, bakteri ini dapat tumbuh optimal.

**Tabel 2.** Hasil Uji Kruskal-Wallis

Kruskal-Wallis H	3.867
df	4
Asymp. Sig.	.424

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: stasiun

Nilai salinitas yang diperoleh berkisar 16,33 – 28,33 ppt. Menurut Permen-KP No 75 Tahun 2016 tentang baku mutu air sumber budidaya udang vaname, kadar salinitas yang baik untuk pertumbuhan udang yaitu pada kisaran 26-32 ppt. Nilai salinitas pada stasiun 2, 3 dan 4 memiliki nilai salinitas dibawah baku mutu untuk budidaya udang vaname. Hal ini terjadi karena adanya fluktuasi yang dipengaruhi oleh kondisi perairan saat pengukuran salinitas seperti pasang surut dan adanya aliran sungai di sekitar stasiun tersebut. Menurut Usman (2015), bakteri *Salmonella sp.* dapat tumbuh pada rentang salinitas 0-26 ppt dimana kadar salinitas di perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan. Salinitas yang baik untuk pertumbuhan bakteri adalah 30,5 ppt. Kadar salinitas pada perairan Probolinggo termasuk nilai yang memungkinkan bakteri *Salmonella sp* dapat hidup dan tumbuh.

Nilai oksigen terlarut yang baik bagi budidaya udang vaname secara intensif yaitu lebih dari 4 mg/L sesuai Permen-KP No 75 Tahun 2016 tentang baku mutu air sumber budidaya udang vaname. Berdasarkan baku mutu tersebut, nilai DO yang diperoleh 5,53 - 7,23 mg/L termasuk optimal karena telah lebih dari 4 mg/L. Kadar DO di suatu perairan dipengaruhi oleh temperatur, aktivitas biologi dan pergerakan air. Nilai DO perairan pesisir Probolinggo juga sesuai bagi pertumbuhan bakteri *Salmonella sp.*, sehingga bakteri dapat tumbuh secara aerob karena ketersediaan oksigen terlarut yang optimal.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

Stasiun	Parameter Kualitas Air						
	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Amonia (mg/L)	TOM (mg/L)
1	32	7,55	28,33	6,47	0,0037	0,0565	46,35
2	31	7,59	16,33	6,3	0,0044	0,0805	56,04
3	31	7,54	22,50	5,83	0,0121	0,1119	55,62
4	30	7,48	20,33	7,23	0,0096	0,0577	31,18
5	31	7,58	26	5,53	0,0059	0,059	53,09

Parameter kualitas air nitrit merupakan parameter yang mengindikasikan adanya pencemaran di perairan. Bahan organik yang masuk ke perairan mengalami pengendapan yang kemudian akan terdekomposisi menjadi senyawa racun yaitu nitrit yang juga dapat menjadi racun bagi organisme (Yamin *et al.*, 2020). Hasil pengukuran nitrit berkisar 0,0037 - 0,0121 mg/L yang apabila disesuaikan dengan baku mutu Permen-KP No 75 Tahun 2016 batas maksimal nitrit yaitu  $\leq 1$  mg/L masih termasuk optimal untuk kegiatan budidaya udang. Parameter amonia di kisaran 0,0565 - 0,1119 mg/L juga menunjukkan kondisi optimal bagi budidaya udang dan masih memenuhi standar baku mutu kadar amonia yang baik untuk pertumbuhan udang vanamei yaitu kurang dari 0,1 mg/L. Menurut Pariakan dan Rahim (2021), kandungan amonia dapat berasal dari limbah bahan organik seperti kotoran hewan dan manusia. dapat dijadikan indikator keberadaan bakteri karena kurangnya pengelolaan sanitasi pada perairan tersebut. Untuk parameter TOM yang berkisar 31,18 - 56,04 mg/L juga menunjukkan kadar yang sesuai baku mutu air sumber budidaya udang vaname di Permen-KP No 75 Tahun 2016. Kadar TOM yang baik untuk pertumbuhan udang vaname yaitu  $\leq 90$  mg/L. Kandungan TOM di perairan memiliki hubungan positif dengan keberadaan bakteri karena TOM merupakan akumulasi dari partikel organisme hidup, feses, detritus, lumpur, dan limbah pakan yang menandakan buruknya kondisi (Sutiknowati, 2014).



## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bakteri *Salmonella sp* telah terdeteksi pada perairan pesisir Probolinggo yang digunakan sebagai air baku budidaya udang vaname. Kadar bakteri *Salmonella sp* telah melebihi baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 dan Peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019 dengan nilai 136,67 CFU/ml hingga 5025,33 CFU/ml. Nilai total bakteri *Salmonella sp*. pada kelima stasiun tidak berbeda nyata dengan nilai signifikansi  $0,424 > 0,05$  dari hasil uji *Kruskal-Wallis*. Parameter kualitas air fisika dan kimia menunjukkan kondisi yang masih optimal yang mendukung kegiatan budidaya udang vaname berdasarkan standar baku mutu Permen-KP No 75 Tahun 2016.

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah terkait kondisi perairan pesisir Probolinggo yang mengandung bakteri *Salmonella* dengan kadar yang cukup tinggi yaitu kepada masyarakat yang mengkonsumsi udang hasil budidaya untuk meningkatkan sanitasi dan kebersihan dalam pengolahannya. Selain itu perlu adanya penentuan baku mutu kadar *Salmonella sp*. pada kegiatan budidaya karena bakteri ini juga merupakan bakteri patogen dalam budidaya perikanan yang menjadikan standar penolakan ekspor udang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya atas terselesaikannya penelitian ini melalui dana masyarakat DPA (Dokumen Pelaksanaan Anggaran PTNBH Universitas Brawijaya Tahun 2024).

## DAFTAR PUSTAKA

- Dsikowitzky, L., Ferse, S., Schwarzbauer, J., Vogt, T. S., & Irianto, H. E. (2016). Impacts of megacities on tropical coastal ecosystems-the case of Jakarta, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, *110*(2), 621-623. [https://ui.adsabs.harvard.edu/link\\_gateway/2016MarPB.110.621D/doi:10.1016/j.marpolbul.2015.11.060](https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2016MarPB.110.621D/doi:10.1016/j.marpolbul.2015.11.060).
- Fatiqin, A., Novita, R., Apriani, I., 2019. Pengujian Salmonella dengan Menggunakan Media SSA dan E. coli Menggunakan Media Emba pada Bahan Pangan. *Jurnal Indobiosains*. Vol 1. No. 1 Edisi Januari 2019 <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/biosains>.
- Fernandez, Y. H., Toruan, L. N. L., & Soewarlan, L. C., 2023. Tingkat pencemaran perairan laut di pesisir teluk kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. *PoluSea: Water and Marine Pollution Journal Maret*, *1*(1), 24–44. <https://poluseajurnal.ub.ac.id>.
- Jamco, J., & Balami, A. M. (2022). Analisis kruskal-wallis untuk mengetahui konsentrasi belajar mahasiswa berdasarkan bidang minat program studi statistika fmipa unpatti. *PARAMETER: Jurnal Matematika, Statistika dan Terapannya*, *1*(1), 39-44.
- Musa, M., Andayani, S., Risjani, Y., Maftuch, Hertika, A. M. S., & Supriatin, F. E., 2022. Sosialisasi model budidaya udang vaname dengan teknologi “ecogreen aquaculture” bagi petambak udang di wilayah Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo. *Journal of*

- Innovation and Applied Technology, 8(1), 1333–1338.  
<https://jiat.ub.ac.id/index.php/jiat/article/view/337/280>.
- Pariakan, A., & Rahim, M. (2021). Karakteristik kualitas air dan keberadaan bakteri vibrio sp. Pada wilayah tambak udang tradisional di pesisir wundulako dan pomalaa kolaka. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(3), 547-556.  
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.5>.
- Peraturan Walikota Probolinggo Nomor 177 Tahun 2018 Tentang Master Plan Probolinggo Smart City Tahun 2019 – 2023.
- Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 13 Tahun 2019 tentang batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan kategori ikan dan produk perikanan.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 75 Tahun 2016 tentang pedoman umum pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)
- Prayitno T.A dan Nuril H. 2017. Pengantar Mikrobiologi. Media Nusa Creative. Malang.
- Sulistiani, A., & Hafiludin, H. (2022). Karakteristik mikrobiologi (alt, e. Coli dan salmonella) pada produk hasil perikanan di BPMHP Semarang. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(1), 37-43. x<https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i1.15342>.
- Sutiknowati, L. I. 2014. Kualitas perairan tambak udang berdasar parameter mikrobiologi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(1): 157-170.
- Usman, W. S. (2015). Bakteri asosiasi karang yang terinfeksi penyakit Brown Band (BRB) di perairan Pulau Barranglompo Kota Makassar. *Skripsi. Makasar: Universitas Hasanuddin*.
- Yamin, M., Supriyono, E., & Mulyasari. (2020). Toksisitas nonilfenol pada benih ikan nila (*oreochromis niloticus*) dan phyto remediasi dengan eceng gondok (*eichhornia crassipes*) yang diberi pupuk berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 15(2), 69–79.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15578/jra.15.2.2020.69-79>.