

Analisis Dinamika Rasio *Vibrio* terhadap Total Bakteri sebagai Indikator Risiko Penyakit pada Budidaya Udang di Desa Jalange, Kecamatan Mallusetasi

Bagus Ansani Takwin¹, Gabriella Augustine Suleman^{1*}, Adimas Bagus Fahturohman¹, Achmad Husein Nyompa², Yakub Suleman³

¹ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang, Indonesia.

² Shrimp Club Indonesia, Jakarta, Indonesia.

³ Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone Jl. Sungai Musi, Pallette, Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan 92719, Indonesia

Article Info :

Received : Maret 15, 2026
Revised : April 11, 2026
Accepted : April 20, 2026
Published : Mei 26, 2026

Corresponding Author:

Gabriella Augustine Suleman
gabriella.suleman@staf.undana.ac.id

DOI:

<https://doi.org/10.29303/cn0g3e71>

Keyword:

Bacterial Community; Aquaculture Environmental Health; Aquaculture Microbiology; Disease Risk Monitoring; Pacific White Shrimp; Vibriosis.

Abstract :

Intensive farming of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is highly susceptible to microbiological imbalance due to the accumulation of organic matter, which can increase the risk of bacterial diseases, particularly those associated with the *Vibrio* group. This study aimed to analyze the dynamics of the *Vibrio*-to-total bacteria ratio throughout the culture cycle of Pacific white shrimp in South Sulawesi and to evaluate its potential as an indicator of disease risk. The research was conducted in a super-intensive Pacific white shrimp pond in Barru Regency over a single production cycle. Pond water samples were collected twice weekly and analyzed using the Total Plate Count (TPC) method to determine total bacterial abundance and the Total *Vibrio* Count (TVC) method on Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose (TCBS) agar to quantify *Vibrio* populations. The observed parameters included total bacterial count, yellow *Vibrio* colonies, green *Vibrio* colonies, and the *Vibrio*-to-total bacteria ratio. The results showed that total bacterial abundance fluctuated within the range of 10^6 – 10^7 colony-forming units per milliliter (CFU mL⁻¹) throughout most of the culture period. Yellow *Vibrio* colonies consistently exhibited higher abundance than green *Vibrio* colonies during almost all observation periods. The *Vibrio*-to-total bacteria ratio displayed dynamic temporal fluctuations with several pronounced peaks, particularly during the final stage of cultivation, indicating an increasing relative dominance of *Vibrio* within the microbial community. These findings suggest that the *Vibrio*-to-total bacteria ratio provides a more comprehensive assessment of microbial community balance than absolute *Vibrio* abundance alone. Therefore, this parameter has strong potential to serve as an early indicator of disease risk in intensive Pacific white shrimp farming systems.

How to Cite : Takwin, B. A., Suleman, G. A., Fahturohman, A. B., Nyompa, A. H., & Suleman, Y. (2026). Analisis Dinamika Rasio *Vibrio* terhadap Total Bakteri sebagai Indikator Risiko Penyakit pada Budidaya Udang di Desa Jalange, Kecamatan Mallusetasi. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Conservation*, 2(2), 62-71. <https://doi.org/10.29303/cn0g3e71>

PENDAHULUAN

Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu sektor akuakultur bernilai ekonomi tinggi dan terus berkembang, baik secara global maupun di Indonesia (Sianturi & Maniko, 2023). Peningkatan produksi udang

umumnya didukung oleh sistem budidaya intensif melalui penggunaan kepadatan tebar tinggi, peningkatan input pakan, serta pengelolaan produksi yang lebih terkendali (Emerenciano et al., 2022). Namun, intensifikasi budidaya juga dapat meningkatkan beban organik di lingkungan tambak, terutama akibat akumulasi sisa pakan, feses, dan

limbah metabolik. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan komunitas mikroba, sehingga meningkatkan risiko munculnya penyakit pada udang (Murugan et al., 2024).

Penyakit bakterial merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya udang vaname karena dapat menimbulkan mortalitas tinggi dalam waktu singkat (Ariadi & Mujtahidah, 2022). Pada kondisi tertentu, serangan penyakit bakterial bahkan dapat menyebabkan kematian massal dalam 1-2 hari. Kelompok bakteri *Vibrio* merupakan salah satu agen bakteri yang paling sering dikaitkan dengan penyakit pada udang vaname (Takwin et al., 2023). Bakteri ini secara alami terdapat di lingkungan perairan laut dan estuary (Ariyati et al., 2024). Namun, dalam kondisi lingkungan yang tidak stabil, beberapa spesies *Vibrio* dapat berkembang sebagai patogen oportunistik. Penyakit vibriosis yang disebabkan oleh *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio harveyi*, dan *Vibrio alginolyticus* telah banyak dilaporkan sebagai penyebab utama kematian massal pada udang serta menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan (Abdel-Latif et al., 2022).

Dalam ekosistem tambak, keberadaan bakteri tidak selalu menunjukkan kondisi yang merugikan. Komunitas bakteri memiliki peran penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan siklus nutrient (Dohare et al., 2025). Namun, ketidakseimbangan komunitas mikroba dapat terjadi ketika kelompok bakteri patogen, terutama *Vibrio*, mengalami peningkatan populasi dan mendominasi komunitas bakteri (Dong et al., 2021). Evaluasi kesehatan mikrobiologis tambak tidak cukup hanya dilakukan melalui pengamatan jumlah total bakteri, tetapi juga perlu mempertimbangkan proporsi *Vibrio* terhadap total bakteri. Rasio *Vibrio* terhadap total bakteri dapat memberikan gambaran yang lebih informatif mengenai keseimbangan mikroba dan potensi risiko penyakit dalam sistem budidaya.

Dinamika populasi *Vibrio* dalam tambak dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan manajemen budidaya. Peningkatan umur pemeliharaan, akumulasi bahan organik, penurunan kualitas air, serta tingginya limbah metabolik dapat menciptakan kondisi yang mendukung

pertumbuhan *Vibrio* (Shilman et al., 2025). Selain itu, faktor lain seperti penggunaan antibiotik, resistensi bakteri, dan kemampuan adaptasi genetik mikroorganisme juga dapat memengaruhi komposisi komunitas bakteri di lingkungan akuakultur (Nogueira & Botelho, 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa hubungan antara lingkungan, inang, dan mikroorganisme dalam tambak bersifat kompleks dan perlu dipahami secara lebih mendalam. Pemantauan rasio *Vibrio* terhadap total bakteri menjadi pendekatan penting untuk mengevaluasi kondisi kesehatan lingkungan budidaya udang (Arifin & Witriana, 2025). Rasio tersebut berpotensi digunakan sebagai indikator dini dalam mendeteksi peningkatan risiko penyakit sebelum terjadi outbreak. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika rasio *Vibrio* terhadap total bakteri selama siklus budidaya udang di Sulawesi serta mengevaluasi potensinya sebagai indikator risiko penyakit pada sistem budidaya udang intensif.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Juli – Oktober 2022 di tambak budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang berlokasi di tambak udang vaname suprainensif di Desa Jalange, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. Pengamatan dilakukan selama satu siklus pemeliharaan, dengan fokus pada dinamika mikrobiologis media budidaya, khususnya total bakteri dan bakteri *Vibrio*. Pemilihan tambak intensif sebagai lokasi penelitian didasarkan pada kenyataan bahwa dinamika *Vibrio* pada sistem budidaya intensif sangat dipengaruhi oleh perubahan parameter lingkungan dan akumulasi bahan organik selama masa pemeliharaan.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan deskriptif kuantitatif dengan pendekatan pemantauan berkala terhadap komunitas bakteri pada media air tambak. Data yang diamati meliputi total bakteri, jumlah koloni *Vibrio* kuning, jumlah

koloni *Vibrio* hijau, dan rasio *Vibrio* terhadap total bakteri. Rasio tersebut dihitung untuk menilai proporsi *Vibrio* dalam komunitas bakteri dan digunakan sebagai indikator mikrobiologis terhadap potensi risiko penyakit pada sistem budidaya.

Prosedur Sampling

Pengambilan sampel air tambak dilakukan secara berkala dua kali per minggu, yaitu pada hari ke-0, 4, 7, 11, 14, dan dilanjutkan dengan interval yang sama hingga akhir periode pengamatan. Pola sampling berkala ini diterapkan untuk memperoleh gambaran temporal mengenai perubahan populasi bakteri selama siklus budidaya. Pendekatan tersebut penting karena komunitas mikroba dalam tambak dapat mengalami perubahan cepat, terutama pada fase pemeliharaan yang ditandai oleh peningkatan bahan organik, fluktuasi kualitas air, dan meningkatnya risiko infeksi bakterial.

Sampel air diambil secara aseptik menggunakan botol steril pada titik yang dianggap mewakili kondisi kolam. Setelah pengambilan, sampel dimasukkan ke dalam wadah pendingin dan segera dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Penanganan sampel secara cepat dan penyimpanan pada suhu rendah diperlukan untuk meminimalkan perubahan jumlah bakteri sebelum proses enumerasi dilakukan.

Analisis Total Bakteri

Perhitungan total bakteri dilakukan dengan metode Total Plate Count (TPC) melalui pengenceran bertingkat (serial dilution) terhadap sampel air tambak. Suspensi sampel yang telah diencerkan diinokulasikan pada medium padat non-selektif untuk menghitung bakteri total, kemudian diinkubasi secara aerob pada suhu sekitar 30 °C. Metode hitung koloni permukaan pada 30 °C merupakan prosedur baku untuk enumerasi mikroorganisme yang dapat tumbuh pada medium padat.

Setelah inkubasi, cawan yang memiliki jumlah koloni dalam kisaran layak hitung dipilih untuk perhitungan. Kisaran hitung yang umum digunakan pada metode plate count adalah sekitar 30–300 koloni per cawan, karena rentang tersebut dianggap paling representatif secara statistik untuk memperkirakan jumlah bakteri hidup dalam sampel.

Hasil penghitungan kemudian dinyatakan dalam satuan CFU/mL.

Analisis Total *Vibrio*

Jumlah bakteri *Vibrio* dianalisis menggunakan metode Total *Vibrio* Count (TVC) dengan media selektif Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar (TCBS agar). Sampel air tambak yang telah diencerkan ditanam pada media TCBS, kemudian diinkubasi hingga koloni tumbuh dan dapat dibedakan berdasarkan warna koloninya. Penggunaan TCBS merupakan metode yang lazim dalam studi *Vibrio* pada tambak udang karena media ini bersifat selektif untuk isolasi *Vibrio* dari sampel air budidaya.

Koloni yang tumbuh pada media TCBS dikelompokkan menjadi koloni kuning dan koloni hijau. Koloni kuning umumnya menunjukkan bakteri yang mampu memfermentasi sukrosa, sedangkan koloni hijau menunjukkan bakteri yang tidak memfermentasi sukrosa. Perbedaan warna koloni pada TCBS banyak digunakan sebagai dasar identifikasi awal kelompok *Vibrio* di laboratorium mikrobiologi perairan. Nilai TVC dihitung berdasarkan jumlah koloni pada cawan terpilih dan dikonversi ke satuan CFU/mL dengan memperhitungkan faktor pengenceran. Pada penelitian ini, jumlah koloni *Vibrio* kuning dan *Vibrio* hijau dicatat secara terpisah agar pergeseran komposisi koloni dapat diamati sepanjang siklus budidaya. Pemisahan ini relevan karena koloni kuning dan hijau pada TCBS sering digunakan untuk menggambarkan keragaman fenotipik awal kelompok *Vibrio* pada tambak udang.

Parameter Penelitian

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

1. Total bakteri (CFU/mL),
2. *Vibrio* koloni kuning (CFU/mL),
3. *Vibrio* koloni hijau (CFU/mL), dan
4. Rasio *Vibrio* terhadap total bakteri.

Rasio *Vibrio* terhadap total bakteri dihitung dengan rumus:

$$\text{Rasio} = \frac{\text{Total } Vibrio}{\text{Total bakteri}}$$

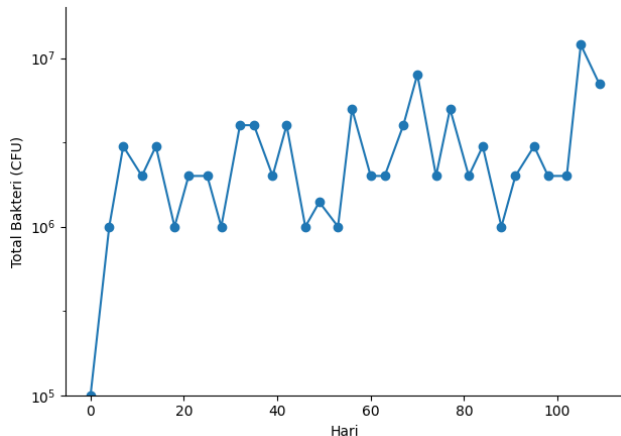
Analisis Data

Data total bakteri, *Vibrio* kuning, dan *Vibrio* hijau dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik deret waktu berdasarkan hari pengamatan. Rasio *Vibrio* terhadap total bakteri dihitung pada setiap waktu pengamatan untuk melihat perubahan proporsi *Vibrio* dalam komunitas bakteri tambak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Total Bakteri Selama Siklus Budidaya Udang Vaname

Total bakteri merupakan salah satu parameter yang diamati untuk menggambarkan dinamika komunitas mikroba selama siklus budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). Perubahan kelimpahan total bakteri pada media budidaya selama periode pengamatan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dinamika Total Bakteri Selama Siklus Budidaya Udang Vaname

Keterangan: Data pada Gambar 1 disajikan dalam skala logaritmik ($\log_{10}$) dengan satuan colony-forming unit per milliliter (CFU/mL).

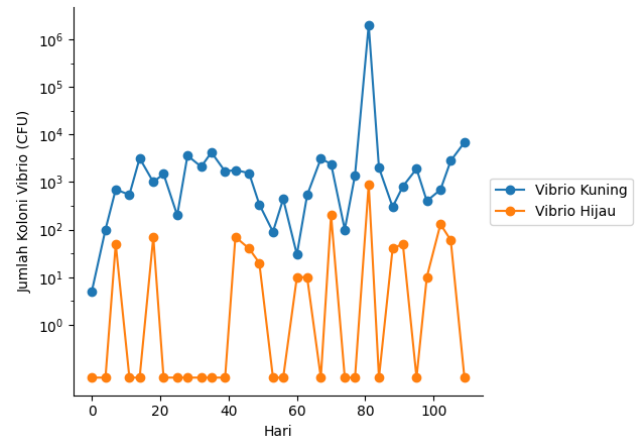
Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah total bakteri mengalami perubahan selama periode pengamatan. Pada awal pemeliharaan (hari ke-0), total bakteri berada pada kisaran 10^5 CFU/mL, kemudian meningkat hingga mencapai kisaran 10^6 CFU/mL pada fase awal budidaya. Selanjutnya, jumlah bakteri berada pada rentang 10^6 – 10^7 CFU/mL hingga akhir periode pengamatan. Selama fase pertengahan budidaya, total bakteri menunjukkan fluktuasi antarwaktu pengamatan

dengan beberapa titik peningkatan dan penurunan. Nilai yang relatif lebih tinggi tercatat pada hari ke-32, 35, 56, 67, 70, dan 77 dibandingkan dengan pengamatan di sekitarnya.

Menjelang akhir siklus budidaya, total bakteri tetap berada pada kisaran 10^6 – 10^7 CFU/mL. Nilai tertinggi selama pengamatan tercatat pada hari ke-105 dengan jumlah bakteri melebihi 10^7 CFU/mL, kemudian menurun pada hari ke-109, namun masih berada pada kisaran 10^6 CFU/mL. Secara umum, total bakteri menunjukkan pola fluktuatif sepanjang siklus budidaya dengan dominasi kelimpahan pada orde 10^6 – 10^7 CFU/mL.

Dinamika Kelimpahan *Vibrio* Kuning dan *Vibrio* Hijau

Perubahan kelimpahan *Vibrio* kuning dan *Vibrio* hijau selama periode pengamatan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dinamika Kelimpahan *Vibrio* Kuning dan *Vibrio* Hijau Selama Siklus Budidaya Udang Vaname

Keterangan: Jumlah koloni *Vibrio* dinyatakan dalam satuan CFU/mL dan disajikan pada skala logaritmik ($\log_{10}$). Koloni *Vibrio* dibedakan berdasarkan warna koloni pada media TCBS menjadi koloni kuning dan koloni hijau.

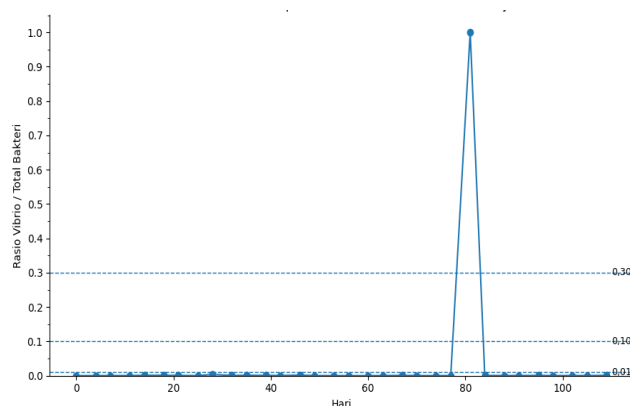
Gambar 2 menunjukkan bahwa kelimpahan *Vibrio* kuning terdeteksi pada seluruh waktu pengamatan selama siklus budidaya. Jumlah koloni *Vibrio* kuning berada pada rentang yang luas dan mengalami perubahan antarwaktu pengamatan. Pada sebagian besar periode pengamatan, kelimpahan *Vibrio* kuning berada pada orde 10^2 – 10^4

CFU/mL. Beberapa peningkatan kelimpahan terlihat pada fase pertengahan hingga akhir budidaya, dengan nilai tertinggi tercatat sekitar hari ke-81 yang mencapai orde 10^6 CFU/mL. Setelah periode tersebut, jumlah koloni menurun kembali dan berfluktuasi hingga akhir pengamatan. Berbeda dengan *Vibrio* kuning, kelimpahan *Vibrio* hijau menunjukkan kemunculan yang tidak konsisten sepanjang siklus budidaya. Pada beberapa waktu pengamatan, koloni *Vibrio* hijau tidak terdeteksi, sedangkan pada waktu lainnya teramati dalam jumlah yang relatif rendah. Sebagian besar nilai berada pada kisaran kurang dari 10^2 CFU/mL, meskipun beberapa peningkatan tercatat pada periode tertentu, termasuk sekitar hari ke-70, hari ke-81, dan hari ke-102. Nilai tertinggi *Vibrio* hijau tercatat pada sekitar hari ke-81 dengan kelimpahan mendekati 10^3 CFU/mL.

Secara umum, memperlihatkan bahwa kelimpahan *Vibrio* kuning lebih tinggi dibandingkan dengan *Vibrio* hijau pada hampir seluruh waktu pengamatan. Kedua kelompok koloni menunjukkan perubahan temporal selama siklus budidaya dengan pola fluktuatif hingga akhir periode pemeliharaan.

Rasio *Vibrio* terhadap Total Bakteri Selama Siklus Budidaya

Rasio *Vibrio* terhadap total bakteri digunakan untuk menggambarkan proporsi kelimpahan *Vibrio* dalam komunitas bakteri pada media budidaya selama siklus pemeliharaan. Perubahan rasio *Vibrio* terhadap total bakteri selama periode pengamatan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Dinamika Rasio *Vibrio* terhadap Total Bakteri Selama Siklus Budidaya Udang Vaname

Keterangan: Rasio *Vibrio* dihitung berdasarkan perbandingan jumlah total koloni *Vibrio* (koloni kuning dan hijau) dengan jumlah total bakteri pada setiap waktu pengamatan.

Gambar 3 menunjukkan bahwa rasio *Vibrio* terhadap total bakteri mengalami perubahan selama siklus budidaya. Sebagian besar nilai rasio berada pada tingkat yang relatif rendah sepanjang periode pengamatan. Meskipun demikian, terdapat beberapa periode yang menunjukkan peningkatan rasio dibandingkan dengan waktu pengamatan di sekitarnya. Peningkatan rasio teramati pada fase pertengahan hingga akhir budidaya. Beberapa puncak rasio terlihat pada sekitar hari ke-28, hari ke-32, hari ke-35, dan hari ke-67. Selain itu, peningkatan rasio juga tercatat pada hari ke-70 dan hari ke-105. Nilai rasio tertinggi selama periode pengamatan terjadi pada sekitar hari ke-81, yang menunjukkan proporsi *Vibrio* terbesar dibandingkan dengan total bakteri pada waktu pengamatan tersebut.

Setelah mencapai nilai tertinggi, rasio *Vibrio* terhadap total bakteri menurun pada waktu pengamatan berikutnya dan kembali menunjukkan fluktuasi hingga akhir siklus budidaya. Secara umum, data menunjukkan adanya variasi temporal rasio *Vibrio* terhadap total bakteri dengan beberapa periode peningkatan yang tersebar selama masa pemeliharaan. Berdasarkan seluruh waktu pengamatan, rasio *Vibrio* terhadap total bakteri tidak menunjukkan nilai yang konstan, melainkan berubah secara dinamis sepanjang siklus budidaya. Pola perubahan tersebut tercermin dari adanya beberapa titik peningkatan rasio yang diikuti oleh penurunan pada pengamatan berikutnya.

Perubahan kelimpahan total bakteri, populasi *Vibrio*, dan rasio *Vibrio* terhadap total bakteri selama siklus budidaya mengonfirmasi bahwa koloni mikroba pada tambak intensif merupakan sistem ekologis yang sangat dinamis. Dinamika tersebut merupakan konsekuensi dari perubahan berkelanjutan pada ketersediaan nutrisi, akumulasi bahan organik, aktivitas metabolik organisme budidaya, serta interaksi antarmikroorganisme yang berkembang seiring bertambahnya umur pemeliharaan (Daniels et al., 2023). Dalam sistem budidaya udang intensif, koloni bakteri tidak hanya

berperan dalam proses dekomposisi dan siklus nutrisi, tetapi juga menentukan stabilitas biologis lingkungan yang secara langsung berkaitan dengan kesehatan organisme budidaya (Raza et al., 2024).

Kelimpahan total bakteri yang tetap berada pada tingkat tinggi setelah fase awal pemeliharaan menunjukkan bahwa sistem budidaya menyediakan sumber karbon dan nutrisi yang cukup untuk mendukung aktivitas koloni heterotrof. Fenomena ini sesuai dengan konsep *microbial carrying capacity* pada ekosistem akuakultur, di mana peningkatan input pakan dan akumulasi limbah metabolik secara bertahap meningkatkan kapasitas lingkungan untuk menopang pertumbuhan mikroorganisme (Wafi et al., 2025). Kondisi serupa telah dilaporkan pada berbagai sistem budidaya *Litopenaeus vannamei*, di mana peningkatan umur budidaya umumnya diikuti oleh peningkatan biomassa mikroba dan kompleksitas koloni bakteri (Wiradana et al., 2023). Oleh karena itu, fluktuasi total bakteri yang teramati lebih merefleksikan proses penyesuaian komunitas mikroba terhadap perubahan kondisi lingkungan daripada sekadar perubahan jumlah bakteri secara absolut.

Meskipun total bakteri relatif stabil pada kisaran yang tinggi, dinamika populasi *Vibrio* memperlihatkan pola yang lebih fluktuatif. Ketidaksiharian antara perubahan total bakteri dan kelimpahan *Vibrio* mengindikasikan bahwa faktor yang mengendalikan perkembangan kelompok *Vibrio* berbeda dengan faktor yang mengatur koloni bakteri heterotrof secara keseluruhan. Perspektif ini sejalan dengan teori *niche differentiation* yang menjelaskan bahwa kelompok mikroorganisme tertentu dapat memperoleh keuntungan kompetitif pada kondisi lingkungan tertentu tanpa harus diikuti oleh peningkatan seluruh koloni mikroba (Kivlin et al., 2021). Dengan demikian, perubahan populasi *Vibrio* lebih tepat dipandang sebagai respons ekologis spesifik dibandingkan sebagai refleksi langsung dari peningkatan total bakteri.

Dominasi koloni *Vibrio* kuning dibandingkan dengan koloni hijau pada sebagian besar periode pengamatan menunjukkan bahwa kelompok *Vibrio* yang mampu memfermentasi sukrosa merupakan komponen utama populasi yang berkembang pada media *Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar* (TCBS). Pola ini konsisten dengan laporan dari

berbagai tambak udang tropis yang menunjukkan prevalensi koloni kuning lebih tinggi dibandingkan dengan koloni hijau selama kondisi budidaya normal (Alfiansah et al., 2020). Namun demikian, warna koloni pada TCBS hanya merepresentasikan karakteristik fenotipik sehingga tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies maupun tingkat virulensi secara pasti (Glackin et al., 2024). Oleh karena itu, dominasi koloni kuning dalam penelitian ini lebih relevan untuk menggambarkan struktur populasi *Vibrio* pada tingkat koloni dibandingkan dengan mengidentifikasi risiko penyakit secara spesifik.

Aspek yang paling penting dari penelitian ini adalah perubahan rasio *Vibrio* terhadap total bakteri selama siklus budidaya. Dibandingkan dengan jumlah absolut *Vibrio*, rasio tersebut memberikan informasi yang lebih representatif mengenai posisi ekologis *Vibrio* di dalam koloni mikroba. Dalam konteks ekologi mikroba, perubahan proporsi suatu kelompok bakteri sering kali menjadi indikator yang lebih sensitif terhadap gangguan lingkungan dibandingkan dengan perubahan kelimpahan absolut (Das et al., 2022). Peningkatan rasio *Vibrio* mencerminkan meningkatnya dominansi relatif kelompok tersebut dalam komunitas bakteri, yang menunjukkan terjadinya pergeseran struktur mikrobiologis pada lingkungan budidaya.

Interpretasi tersebut sejalan dengan konsep *microbial balance* yang menyatakan bahwa stabilitas ekosistem akuakultur sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antarkoloni mikroba (Stabili et al., 2022). Pada kondisi koloni yang seimbang, berbagai kelompok bakteri berkompetisi secara relatif stabil sehingga tidak terjadi dominasi yang berlebihan oleh kelompok tertentu. Sebaliknya, peningkatan dominansi *Vibrio* menunjukkan adanya perubahan struktur komunitas yang dapat mengurangi kestabilan ekologis sistem (Qin et al., 2024). Oleh karena itu, rasio *Vibrio* terhadap total bakteri memiliki nilai informatif yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengamatan jumlah *Vibrio* secara terpisah karena mampu menggambarkan perubahan komunitas secara lebih komprehensif.

Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pendekatan berbasis komunitas mikroba perlu menjadi bagian integral dalam sistem pemantauan kesehatan tambak. Selama ini evaluasi risiko

penyakit sering kali berfokus pada keberadaan atau kelimpahan patogen tertentu, padahal berbagai studi ekologi mikroba menunjukkan bahwa penyakit pada organisme akuatik umumnya didahului oleh perubahan struktur komunitas mikroorganisme lingkungan (Phillipot et al., 2021). Dengan demikian, pemantauan rasio *Vibrio* terhadap total bakteri dapat berfungsi sebagai indikator dini perubahan kondisi biologis tambak sebelum munculnya manifestasi penyakit yang lebih nyata. Meskipun demikian, interpretasi hasil perlu mempertimbangkan beberapa keterbatasan metodologis. Identifikasi *Vibrio* masih didasarkan pada karakteristik pertumbuhan koloni pada media TCBS, sehingga komposisi spesies dan potensi virulensi masing-masing isolat belum dapat dipastikan (Sultana et al., 2024). Selain itu, tidak tersedianya data kualitas air dan parameter kesehatan udang membatasi kemampuan untuk menjelaskan mekanisme yang mendasari perubahan rasio *Vibrio* selama budidaya. Pendekatan berbasis kultur yang digunakan juga berpotensi mengabaikan sebagian komunitas mikroba yang tidak dapat tumbuh pada media konvensional (Chen et al., 2020).

Pengembangan penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada integrasi antara analisis komunitas mikroba, parameter lingkungan, dan indikator kesehatan udang menggunakan pendekatan multivariat. Pemanfaatan teknik molekuler seperti sekuensing 16S rRNA, metagenomik, maupun deteksi gen virulensi akan memberikan resolusi yang lebih tinggi dalam menjelaskan dinamika komunitas *Vibrio*. Selain itu, penentuan nilai ambang rasio *Vibrio* terhadap total bakteri yang berkaitan dengan peningkatan risiko penyakit menjadi langkah penting untuk mengembangkan sistem peringatan dini yang dapat diterapkan secara operasional pada budidaya udang intensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa komunitas mikroba pada tambak intensif udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) mengalami perubahan yang dinamis selama siklus budidaya. Kelimpahan total bakteri relatif tinggi dan berfluktuasi pada kisaran 10^6 – 10^7 CFU/mL selama sebagian besar

periode pemeliharaan, yang mengindikasikan terbentuknya komunitas mikroba heterotrof yang stabil pada sistem budidaya intensif. Populasi *Vibrio* menunjukkan variasi temporal yang lebih besar dibandingkan total bakteri, dengan koloni kuning yang secara konsisten lebih dominan dibandingkan koloni hijau pada media TCBS. Rasio *Vibrio* terhadap total bakteri mengalami perubahan sepanjang siklus budidaya dan mencapai nilai tertinggi pada fase akhir pemeliharaan, yang mencerminkan terjadinya pergeseran struktur komunitas mikroba serta meningkatnya dominansi ekologis *Vibrio* pada periode tertentu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rasio *Vibrio* terhadap total bakteri dapat digunakan sebagai indikator mikrobiologis yang lebih informatif dalam menilai keseimbangan komunitas mikroba dibandingkan hanya berdasarkan kelimpahan *Vibrio* secara absolut. Oleh karena itu, parameter tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai indikator dini untuk mendeteksi risiko penyakit pada sistem budidaya udang intensif. Penelitian lanjutan yang mengintegrasikan parameter kualitas air, kondisi kesehatan udang, dan identifikasi molekuler spesies *Vibrio* diperlukan untuk memperkuat penerapan indikator ini dalam pengelolaan kesehatan akuakultur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pengelola dan staf teknis tambak udang di Desa Jalange, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan, atas bantuan dan dukungannya selama proses pengambilan sampel serta kegiatan observasi lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh teknisi laboratorium yang telah membantu pelaksanaan analisis mikrobiologi selama penelitian berlangsung. Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi nirlaba.

KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis berkolaborasi dalam melaksanakan setiap tahap penelitian dan penulisan naskah.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada intervensi kepentingan dalam kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- Abdel-Latif, H. M. R., Yilmaz, E., Dawood, M. A. O., Ringø, E., Ahmadifar, E., & Yilmaz, S. (2022). Shrimp vibriosis and possible control measures using probiotics, postbiotics, prebiotics, and synbiotics: A review. *Aquaculture*, 551(2022), 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.737951>
- Alfiansah, Y. R., Peters, S., Harder, J., Hassenrück, C., & Gärdes, A. (2020). Structure and co-occurrence patterns of bacterial communities associated with white faeces disease outbreaks in Pacific white-leg shrimp *Penaeus vannamei* aquaculture. *Scientific Reports*, 10(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68891-6>
- Ariadi, H., & Mujtahidah, T. (2022). Analisis permodelan dinamis kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada budidaya udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 16(4), 255-262. <http://doi.org/10.15578/jra.16.4.2021.255-262>
- Arifin, S., & Witriana, N. I. (2025). Evaluasi Manajemen *Vibrio* dalam Budidaya Udang *Vannamei* (*Litopenaeus Vannamei*). *Idarotuna: Journal of Administrative Science*, 6(1), 191-206. <https://doi.org/10.54471/idarotuna.v6i1.123>
- Ariyati, R. W., Widowati, L. L., Rahmawati, A., Sarjito, S., & Rejeki, S. (2024). Kelimpahan dan jenis bakteri *Vibrio* pada air dan sedimen tambak udang vaname sistem monokultur dan polikultur dengan *Gracilaria* sp. di Kabupaten Brebes. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(3), 181-195. <http://doi.org/10.15578/jra.18.3.2023.181-195>
- Chen, X., Zhao, H., Jiang, G., Tang, J., Xu, Q., Huang, L., Chen, S., Zou, S., Dong, K., & Li, N. (2020). Responses of free-living *Vibrio* community to seasonal environmental variation in a subtropical inland bay. *Frontiers in Microbiology*, 11(610974), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.610974>
- Daniels, M., van Vliet, S., & Ackermann, M. (2023). Changes in interactions over ecological time scales influence single-cell growth dynamics in a metabolically coupled marine microbial community. *ISME Journal*, 17(3), 406-416. <https://doi.org/10.1038/s41396-022-01312-w>
- Das, L., Deb, S., Arakawa, E., Yamasaki, S., & Das, S. K. (2022). Pufferfish (*Tetraodon cutcutia*) sampled from a freshwater river serves as an intermediate reservoir of a sucrose-nonfermenting variant of *Vibrio cholerae* PS-4. *American Society for Microbiology*, 10(1), 1-12. https://figshare.com/articles/dataset/Supplementary_data-Table_S1
- Dohare, K. S., Lahagu, M. P., & Waruwu, P. N. K. (2025). Peran mikroorganisme tanah dalam meningkatkan kesehatan tanah dan hasil pertanian organik. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 166-178. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.253>
- Dong, P., Guo, H., Wang, Y., Wang, R., Chen, H., Zhao, Y., Wang, K., & Zhang, D. (2021). Gastrointestinal microbiota imbalance is triggered by the enrichment of *Vibrio* in subadult *Litopenaeus vannamei* with acute hepatopancreatic necrosis disease. *Aquaculture*, 533(2021), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736199>
- Emerenciano, M. G. C., Rombenso, A. N., Vieira, F. d N., Martins, M. A., Coman, G. J., Truong, H. H., Noble, T. H., & Simon, C. J. (2022). Intensification of penaeid shrimp culture: an applied review of advances in production systems, nutrition and breeding. *Animals*, 12(3), 1-39. <https://doi.org/10.3390/ani12030236>
- Glackin, C. C., Dupke, S., Chandra, T. S., Riedinger, D., & Labrenz, M. (2024). Combined TCBS and CHROMagar analyses allow for basic identification of *Vibrio vulnificus* within a 48 h incubation period in the coastal Baltic Sea.

- Microorganisms, 12(3), 1-15.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms12030614>
- Kivlin, S. N., Hawkes, C. V., Papeş, M., Treseder, K. K., & Averill, C. (2021). The future of microbial ecological niche theory and modeling. *New Phytologist*, 231(2), 508-511. <https://doi.org/10.1111/nph.17373>
- Murugan, R., Priya, P. S., Boopathi, S., Haridevamuthu, B., Kumar, T. T. A., & Arockiaraj, J. (2024). Unraveling the etiology of shrimp diseases: a review through the perspectives of gut microbial dynamics. *Aquaculture International*, 32(5), 5579-5602. <https://doi.org/10.1007/s10499-024-01437-z>
- Nogueira, T., & Botelho, A. (2021). Metagenomics and other omics approaches to bacterial communities and antimicrobial resistance assessment in aquacultures. *Antibiotics*, 10(7), 1-18.
<https://doi.org/10.3390/antibiotics10070787>
- Philippot, L., Griffiths, B. S., & Langenheder, S. (2021). Microbial community resilience across ecosystems and multiple disturbances. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 85(2), 1-24.
<https://doi.org/10.1128/mmbr.00026-20>
- Qin, X., Hou, Q., Zhao, H., Wang, P., Yang, S., Liao, N., Huang, J., Li, X., He, Q., Nethmini, R. T., Jiang, G., He, S., Chen, Q., Dong, K., & Li, N. (2024). Resource diversity disturbs marine *Vibrio* diversity and community stability, but loss of *Vibrio* diversity enhances community stability. *Ecology and Evolution*, 14(4), 1-19.
<https://doi.org/10.1002/ece3.11234>
- Raza, B., Zheng, Z., Zhu, J., & Yang, W. (2024). A review: Microbes and their effect on growth performance of *Litopenaeus vannamei* (White Leg Shrimps) during culture in biofloc technology system. *Microorganisms*, 12(5), 1-20.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms12051013>
- Shilman, M. I., Purnamawati, P., Susanti, R., & Redha, A. R. (2025). Performance kualitas air tambak terhadap kondisi pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Akuatiklestari*, 9(1), 125-135.
<https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v9i1.7702>
- Sianturi, I. T., & Maniko, A. P. (2023). Budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) yang dibudidayakan secara semiintensif di TEFA Poltek KP Kupang. *Jurnal Salamata*, 5(2), 68-71.
<http://dx.doi.org/10.15578/salamata.v5i2.13493>
- Stabili, L., Salvo, M. Di, Alifano, P., & Talà, A. (2022). An integrative, multiparametric approach for the comprehensive assessment of microbial quality and pollution in aquaculture systems. *Microbiology of Aquatic Systems*, 83(2022), 1-13.
<https://doi.org/10.1007/s00248-021-01731-w>
- Sultana, R., Mahmud, A., Koli, S. M., Nayema, J., Ghosh, A., Sushree, S. B., Shom, P., Siddiqui, T. A., Das, K. K., & Acharjee, M. (2024). Isolation and identification of *Vibrio* species from different types of water sources along with their drug susceptible pattern. *Biomedical and Biotechnology Research Journal*, 8(2), 207-212.
https://doi.org/10.4103/bbrj.bbrj_138_24
- Takwin, B. A., Perdana, D. P., Muktniati, M., & Azhar, F. (2023). Utilization of *Jatropha* leaf (*Jatropha curcas*) Extract as an immune system enhancer of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) infected with *Vibrio parahaemolyticus*. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 12(1), 12-20.
<https://doi.org/10.20473/jafh.v12i1.29898>
- Wafi, A., Ariadi, H., & van Minnen, T. (2025). Dynamic model analysis of waste absorption carrying capacity values in semi-intensive shrimp ponds. *Biosaintifika*, 17(3), 395-405,
<https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v17i3.28439>
- Wiradana, P. A., Maharani, A. Y., Sani, M. D., Susilo, R. J. K., Riandi, M. I., Widhiantara, I. G., Sudaryatma, P. E., Okabayashi, T., & Mukti, A. T. (2023). Monitoring of microbial, water quality, and production

performance of *Litopenaeus vannamei* on intensive pond in Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1273(1), 1-8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1273/1/012058>