

Identifikasi dan uji patogenitas bakteri pada ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*)

Identification and pathogenicity of bacteria in Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*)

Received: 04 November 2025, Revised: 30 December 2025, Accepted: 31 December 2025

DOI: 10.29103/aa.v12i3.25151

Samsu Adi Rahman^{a*}, Sri Sukari Agustina^a, dan Nurul Izza Dg. Pageso^a

^aProgram Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Luwuk.

Abstrak

Ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) merupakan spesies ikan endemik di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. Ikan ini memiliki bentuk tubuh yang menarik, dan menjadi target para penghobi ikan hias. Infeksi penyakit merupakan salah satu alasan populasi ikan capungan banggai menurun. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi bakteri patogen yang menginfeksi ikan capungan banggai dan menentukan tingkat patogenitasnya. Penelitian dilakukan dalam dua tahap: pertama, isolasi dan identifikasi bakteri pada ikan capungan banggai, dan kedua, uji patogenitas bakteri yang teridentifikasi. Hasil isolasi bakteri dari ikan capungan banggai diperoleh empat isolat dan berdasarkan hasil analisis ciri morfologi dan uji biokimia yang diidentifikasi empat jenis bakteri sesuai dengan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, yaitu *Microbacterium* spp., *Rhodococcus* spp., *Bacillus* sp., dan *Edwardsiella* spp. Bakteri yang mempunyai patogenitas paling tinggi terhadap ikan capungan banggai *Bacillus* sp., kemudian diikuti *Edwardsiella* spp., *Microbacterium* spp., dan *Rhodococcus* spp. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bakteri yang teridentifikasi dapat membunuh ikan capungan banggai.

Kata Kunci: Bakteri; Identifikasi; Ikan Capungan Banggai; Isolat; Patogenitas

Abstract

The banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) is an endemic fish species in the Banggai waters of Central Sulawesi, with an attractive body shape, making it a prime target for ornamental fish hobbyists. One of the causes of the decline in the Banggai cardinalfish population is disease infection. This study aims to identify pathogenic bacteria that infect the Banggai cardinalfish and to determine their pathogenicity levels. The research was conducted in two stages: first, isolation and identification of bacteria from the Banggai cardinalfish, and second, pathogenicity tests of the identified bacteria. Four bacterial isolates were obtained from the Banggai cardinalfish, and based on morphological characteristics and biochemical tests, four bacterial types were identified according to *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, namely *Microbacterium* spp., *Rhodococcus* spp., *Bacillus* sp., and *Edwardsiella* spp. The bacterium with the highest pathogenicity toward the Banggai cardinalfish was *Bacillus* sp., followed by *Edwardsiella* spp., *Microbacterium* spp., and *Rhodococcus* spp. Based on these results, it can be concluded that the identified bacteria are capable of killing the Banggai cardinalfish.

Keywords: Bacterial; Banggai Cardinalfish; Identification; Isolates; Pathogenicity

1. Introduction

1.1. Latar belakang

Ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) merupakan spesies ikan endemik di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah dan beberapa pulau kecil di sekitarnya (Rahman et al., 2024a, 2024b, 2017; Rahman and Sutomo, 2017; Syakir et al., 2018). Ikan ini termasuk dalam famili Apogonidae, memiliki bentuk tubuh yang menarik, menjadikannya incaran utama para penghobi ikan hias laut. Salah satu kendala yang menghambat pertumbuhan populasi ikan capungan banggai adalah infeksi penyakit.

Ikan capungan banggai dimanfaatkan sebagai ikan hias dan harus terbebas dari infeksi penyakit. Salah satu penyakit yang mengancam kelangsungan hidup ikan capungan banggai adalah bakteri patogen, terutama selama fase budidaya dan pasca penangkapan. Infeksi bakteri dapat menyebabkan gejala seperti luka pada tubuh, stres, dan kematian massal jika tidak ditangani dengan segera dan tepat (Sulistiyono and Mutiara, 2023). Bakteri dari genus *Vibrio*, khususnya *Vibrio harveyi* dan *Vibrio alginolyticus*, umumnya ditemukan menginfeksi induk atau calon induk. Infeksi ini sering terjadi setelah proses penangkapan dan selama masa aklimatisasi di bak pemeliharaan, namun infeksi di *hatchery* juga dapat terjadi dan menyebabkan kematian massal (Andriany and Koesharyani, 2017).

* Korespondensi: Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Luwuk
Tel: +62-81355339441
e-mail: jcbanggai@gmail.com

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis bakteri patogen yang berpotensi menyebabkan penyakit pada ikan capungan banggai. Ikan ini sering menghadapi masalah kesehatan akibat infeksi bakteri, yang dapat menurunkan produksi dan kualitas (Bahariyanto et al., 2025). Berdasarkan hal tersebut, identifikasi bakteri patogen merupakan hal yang penting sebagai langkah awal untuk mengetahui jenis bakteri patogen dan tingkat patogenitasnya (Sulistiyono & Mutiara, 2023).

Uji patogenitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan patogen dalam menimbulkan penyakit pada ikan capungan banggai, sehingga perlu dilakukan penelitian. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengendalian penyakit bakterial yang menginfeksi ikan capungan banggai.

2. Materials and Methods

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2025 di Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Luwuk, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah.

2.2. Organisme uji

Organisme uji yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) berukuran 8.8 ± 0.40 cm, diperoleh dari Perairan Teluk Lalong, Kecamatan Luwuk, Kabupaten Banggai.

2.3. Isolasi dan identifikasi bakteri

Sampel ikan capungan banggai yang sakit, kemudian organ hati disemprot menggunakan alkohol 70% untuk mencegah kontaminasi dari bakteri luar. Pembedahan dilakukan dengan membuat sayatan pada bagian perut ikan hingga ke organ hati menggunakan *Disetting set* yang telah disterilkan, kemudian organ hati diambil menggunakan pinset dan di masukan ke dalam wadah steril dan dicampurkan larutan *Phosphate Buffered Saline* (PBS) (Andriany and Koesharyani, 2017; Austin and Austin, 2007).

Isolasi bakteri organ hati dilakukan dengan cara digerus dan dihomogenkan menggunakan vorteks, selanjutnya dilakukan pengenceran secara serial atau bertingkat dan mengambil suspensi sebanyak 0.02 mL untuk dikultur pada media *sea water complete* (SWC) agar (Riana et al., 2021), selanjutnya bakteri yang tumbuh dilanjutkan dengan kultur murni untuk diidentifikasi berdasarkan kunci identifikasi *Bergey's of Determinative Bacteriology* dilanjutkan dengan uji patogenitas.

2.4. Uji patogenitas

Ikan capungan banggai yang sehat pertama-tama diaklimatisasi dalam akuarium selama tiga hari. Tahap uji patogenitas, wadah transparan yang digunakan dicuci bersih, dikeringkan, dan kemudian masing-masing diisi dengan 5 L air laut bersalinitas 30-35 ppt.

Sebelum perlakuan, ikan uji dipuasakan selama 24 jam untuk menghindari stres tambahan saat proses injeksi. Selanjutnya, dilakukan persiapan suspensi bakteri dari isolat yang teridentifikasi, yang sebelumnya dikulturkan pada media SWC cair. Konsentrasi suspensi bakteri disesuaikan menjadi CFU/mL. Setiap isolat bakteri yang teridentifikasi menjadi satu

perlakuan uji patogenitas, dan perlakuan tersebut diulang sebanyak tiga kali (triplo). Setiap wadah diisi dengan 4 ekor ikan uji.

Suspensi bakteri berkonsentrasi CFU/mL kemudian diinjeksikan pada ikan capungan banggai dengan cara injeksi intramuskular sebanyak 0.01 mL per ekor pada bagian otot sirip perut. Setelah perlakuan, ikan diamati setiap 1 jam selama seminggu untuk mencatat gejala klinis, mortalitas, dan waktu kematian (Buller, 2014). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga ulangan. Rincian rancangan penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1
Rancangan penelitian.

Perlakuan	Konsentrasi injeksi bakteri (CFU/mL)
Isolat A	0.01
Isolat B	0.01
Isolat C	0.01
Isolat D	0.01
Kontrol (K)	0.01

2.5. Peubah yang diamati

2.5.1. Gejala klinis

Gejala klinis diamati secara visual setiap jam selama seminggu. Gejala yang diperhatikan yaitu perubahan warna tubuh, luka atau bercak merah pada kulit dan sirip, perubahan perilaku (berenang tidak normal, diam di dasar, kehilangan keseimbangan), pembengkakan organ hati (Austin and Austin, 2007; Noga, 2010; Rahman et al., 2024b).

2.5.2. Mortalitas

Mortalitas ikan dihitung berdasarkan jumlah ikan yang mati setiap hari selama masa pengamatan. Mortalitas dihitung berdasarkan rumus Mustikhasary et al. (2015) sebagai berikut:

$$Mo = (Mt \times 100\%) / No.$$

Keterangan:

Mo : tingkat kematian ikan (%)

Nt : jumlah ikan mati (ekor)

No : jumlah ikan pada awal pengamatan (ekor)

2.5.3. Waktu kematian

Waktu kematian adalah rentan waktu sejak ikan diinjeksi hingga terjadinya kematian pertama dan terakhir dalam setiap kelompok atau wadah. Data ini dicatat dalam satuan jam atau hari dan dapat digunakan untuk mengetahui seberapa cepat bakteri menyebabkan kematian setelah diinfeksi (Mangunwardoyo et al., 2010).

2.6. Analisis data

Data gejala klinis dan waktu kematian dianalisis secara deskriptif, sedangkan data mortalitas terhadap ikan capungan banggai diuji menggunakan ANOVA. Jika terjadi perbedaan yang nyata (signifikan) maka dilanjutkan dengan Uji *Tukey*.

3. Result and Discussion

3.1. Result

3.1.1. Identifikasi bakteri

Hasil penelitian identifikasi bakteri pada ikan capungan banggai dapat dilihat dari Tabel 2.

Tabel 2

Hasil Identifikasi Bakteri pada Ikan Capungan Banggai.

Kode Isolat	Karakteristik						Genus
	Gram	Bentuk	Sulfide Indole Motile	Catalase	Oxidase	Oxidation-Fermentation	
Isolat A	+	Batang panjang	-	+	-	-	<i>Microbacterium</i> spp.
Isolat B	+	Batang pendek	-	+	-	-	<i>Rhodococcus</i> spp.
Isolat C	+	Batang (struktur sel bening putih dalam sel ungu)	-	+	-	-	<i>Bacillus</i> sp.
Isolat D	-	Batang panjang dan kecil	-	+	-	-	<i>Edwardsiella</i> spp.

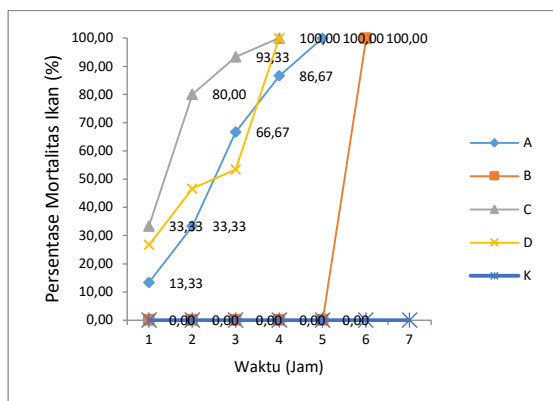
Hasil analisis Tabel 2 menunjukkan bahwa empat isolat bakteri (isolat A, isolat B, isolat C, isolat D) berhasil diidentifikasi berdasarkan ciri morfologi dan hasil uji biokimia. Isolat A teridentifikasi sebagai *Microbacterium* spp. berdasarkan karakteristik morfologi dan biokimia yang mencakup bakteri Gram positif berbentuk batang, hasil uji SIM negatif, katalase positif, oksidase negatif, dan uji OF negatif yang menunjukkan metabolisme glukosa non-fermentatif dan non-oksidatif.

Isolat B menunjukkan karakteristik serupa berupa Gram-positif batang, SIM negatif, katalase positif, oksidase negatif, dan uji OF negatif, yang mengindikasikan identifikasi sebagai *Rhodococcus* spp. dengan sifat non-motil dan non-fermentatif. Selanjutnya, isolat C diidentifikasi sebagai *Bacillus* sp. dengan ciri Gram-positif batang, uji SIM negatif, katalase positif, oksidase negatif, serta OF negatif, mendukung karakteristik genus tersebut. Sedangkan isolat D teridentifikasi sebagai *Edwardsiella* spp. yang memiliki morfologi Gram-negatif berbentuk batang, uji SIM negatif, tidak motil dalam kondisi uji, katalase positif, oksidase negatif, dan uji OF negatif. Secara keseluruhan, profil morfologi dan biokimia tersebut memperkuat identifikasi masing-masing isolat sesuai genusnya.

3.1.2. Patogenisitas bakteri pada ikan Capungan Banggai

3.1.2.1. Mortalitas ikan Capungan Banggai

Pengamatan kematian setiap jam pada ikan capungan banggai yang diinjeksi bakteri patogen dengan perlakuan A, B, C, D, dan K, dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan analisis ragam mengenai uji patogenitas ikan capungan banggai menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) terhadap mortalitas ikan capungan banggai. Hasil uji *Tukey* menunjukkan bahwa perlakuan A, B, C, dan D tidak berbeda nyata satu sama lain, namun seluruh perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap kontrol (K) dengan $p < 0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki pengaruh yang signifikan dibandingkan kontrol, tetapi efek antar perlakuan uji relatif sama.



Gambar 1. Mortalitas kematian ikan per jam.

Berdasarkan (Gambar 3) menunjukkan bahwa perlakuan C dan D menyebabkan mortalitas tertinggi dan tercepat, di mana ikan mengalami kematian hingga 100% dalam waktu kurang dari 5 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri pada perlakuan tersebut memiliki tingkat patogenitas yang sangat tinggi. Perlakuan A juga menunjukkan efek patogenik yang kuat, dengan kenaikan mortalitas yang konsisten hingga mencapai 100% pada jam ke-5. Menariknya, pada perlakuan B, tidak terjadi kematian hingga jam ke-5, namun kemudian terjadi lonjakan mortalitas secara tiba-tiba menjadi 100% pada jam ke-6, yang mengindikasikan adanya masa inkubasi atau efek patogen yang tertunda. Sementara itu, perlakuan K sebagai kontrol menunjukkan tidak ada mortalitas sama sekali hingga jam ke-7, yang menandakan bahwa kematian pada perlakuan lainnya murni disebabkan oleh infeksi bakteri, bukan oleh faktor lingkungan.

3.1.2.2 Gejala klinis

Gejala klinis yang ditunjukkan oleh ikan sakit setelah diinjeksi dengan bakteri patogen. Data ini membantu memahami reaksi fisik ikan terhadap infeksi untuk mendukung diagnosis dan penanganan penyakit (Tabel 3).

Tabel 3

Gejala klinis pada ikan setelah di injeksi bakteri patogen.

Perlakuan	Gejala Klinis
A	Perubahan warna tubuh, perubahan perilaku
B	Perubahan warna tubuh, perubahan perilaku
C	Perubahan warna tubuh, perubahan perilaku
D	Perubahan warna tubuh, perubahan perilaku
K	Normal

Gejala klinis pada ikan capungan banggai setelah diinjeksikan bakteri patogen sebanyak 0.01 mL dengan lima perlakuan yang berbeda ditandai dengan perubahan warna tubuh yang menjadi hitam dan perilaku berenang yang tidak normal. Ikan menunjukkan tanda-tanda stres dan gangguan fisiologi berupa warna tubuh yang menggelap, yang mengindikasikan kerusakan jaringan atau reaksi inflamasi akibat infeksi. Selain itu, gerakan berenang ikan menjadi tidak teratur atau abnormal yang mencerminkan gangguan pada sistem saraf atau otot, serta kondisi kesehatan yang memburuk akibat serangan bakteri tersebut.

3.1.3. Kualitas air

Berikut ini disajikan data kualitas air selama penelitian dilakukan.

Tabel 4

Hasil Parameter Kualitas Air.

Perlakuan	Parameter Kualitas Air			
	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	pH	DO (mg/L)
A	30-31	34-35	7.5-7.6	5.2-5.3
B	30-31	34-35	7.5-7.6	5.2-5.3

C	30-31	34-35	7.5-7.6	5.2-5.3
D	30-31	34-35	7.5-7.6	5.2-5.3
K	30-31	34-35	7.5-7.6	5.2-5.3

Parameter kualitas air selama tiga hari pengamatan pada semua perlakuan menunjukkan kondisi yang stabil dengan suhu 30-31°C, salinitas 34-35 ppt, pH 7.5–7.6, dan oksigen terlarut 5.2-5.3 mg/L.

3.2. Discussion

Isolat A yang teridentifikasi sebagai *Microbacterium* spp. menunjukkan ciri khas bakteri Gram-positif berbentuk batang dengan sifat metabolisme glukosa non-fermentatif dan non-oksidatif. Karakteristik ini konsisten dengan temuan filogenomik terbaru, di mana genus *Microbacterium* digambarkan sebagai kelompok bakteri Gram-positif berbentuk batang, non-spora, dan katalase-positif (Corretto et al., 2020; Hill et al., 2025; Paściak et al., 2024; Saticioglu et al., 2025; Takeuchi and Hatano, 1998).

Isolat B yang teridentifikasi sebagai *Rhodococcus* spp. menampilkan karakter Gram-positif batang dengan sifat non-motil dan non-fermentatif. *Rhodococcus* spp. telah dikonfirmasi dalam studi genomik terbaru sebagai kelompok yang memiliki kemampuan degradasi metabolik yang luas (*catabolic versatility*). Hal ini mendukung perannya yang dikenal luas dalam bioteknologi, khususnya biodegradasi senyawa organik kompleks seperti PAH dan senyawa aromatik lain yang ditemukan di lingkungan yang terkontaminasi (Hossein et al., 2023; Krivoruchko et al., 2023; Zampolli et al., 2022).

Isolat C termasuk dalam genus *Bacillus* sp., dengan ciri morfologi dan biokimia Gram-positif batang dan katalase-positif. Genus *Bacillus* tetap menjadi subjek penelitian intensif, terutama karena aplikasi industri dan kesehatan yang signifikan, termasuk produksi enzim, probiotik, dan senyawa bioaktif, didukung oleh kemudahannya untuk dimanipulasi secara genetik dan kemampuannya membentuk endospora yang resisten (Herrmann et al., 2024).

Isolat D diklasifikasikan sebagai *Edwardsiella* spp. Pada isolat ini, variasi hasil uji (kemungkinan negatif) merupakan fenomena yang dapat dijelaskan. Perilaku fisiologis *Edwardsiella* spp. sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan inang, termasuk variasi suhu, salinitas, dan nutrisi, yang dapat memicu peralihan gaya hidup dan mengubah ekspresi gen, termasuk hasil uji biokimia standar (Leung et al., 2021; Reichley et al., 2017).

Keberhasilan identifikasi awal isolat berdasarkan karakter morfologi dan uji biokimia ini sejalan dengan metode standar yang diakui dalam mikrobiologi klinis dan lingkungan (Laboffe and Pierce, 2021). Meskipun demikian, temuan variasi fenotipik, seperti pada isolat *Edwardsiella* spp., menegaskan bahwa hasil uji biokimia dapat dipengaruhi oleh kondisi kultur (Reichley et al., 2017).

Perlakuan C dan D menunjukkan tingkat patogenitas yang sangat tinggi (*hypervirulent*), ditandai dengan pencapaian mortalitas dalam waktu kurang dari 5 jam. Kematian yang terjadi dalam rentang waktu yang sangat singkat ini mencerminkan infeksi yang bersifat akut dan fulminan (cepat dan parah). Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai mortalitas dalam waktu cepat mengindikasikan bahwa dosis infeksi (yang diasumsikan seragam) berada jauh di atas Dosis Letal 50% (LD₅₀) untuk ikan uji. Untuk isolat C dan D, parameter yang lebih relevan adalah Waktu Letal 50% (LD₅₀) yang sangat rendah (sekitar jam), menunjukkan bahwa bakteri ini mampu memproduksi faktor virulensi (seperti toksin atau enzim ekstraseluler) secara cepat dan masif yang menyebabkan kerusakan jaringan inang secara sistemik dalam hitungan jam (Dubyska et al., 2025; Abdelhamed et al., 2018; Kurniawati et

al., 2025; Machimbirike et al., 2022; Payne et al., 2023; Susanti et al., 2016).

Isolat A yang menunjukkan mortalitas pada jam ke-5 dengan kenaikan konsisten mengindikasikan respons toksik atau infeksi yang stabil dan berkelanjutan. Pola ini sering ditemui pada bakteri patogen yang memiliki mekanisme invasi dan multiplikasi efektif di dalam tubuh inang, sebagaimana dijelaskan pada beberapa studi patogenesis bakteri yang menyatakan bahwa bakteri dengan kemampuan invasi dan produksi toksin yang cepat dapat menyebabkan kematian inang dalam waktu singkat (Rini et al., 2018). Isolat A memiliki tingkat virulensi yang lebih cepat dan agresif dibanding isolat C dan D, yang menunjukkan efisiensi mekanisme patogeniknya. Sedangkan pada perlakuan B, tidak adanya kematian hingga jam ke-5, diikuti oleh lonjakan mortalitas mendadak pada jam ke-6 dapat dijelaskan dengan dua hipotesis dalam patogenesis bakteri: 1) masa inkubasi yang sedikit lebih lama untuk mencapai ambang batas infeksi yang mematikan; 2) mekanisme quorum sensing (QS) di mana aktivasi kolektif faktor virulensi dipicu oleh kepadatan bakteri populasi tertentu, sehingga menyebabkan lonjakan virulensi secara tiba-tiba yang mengakibatkan kematian inang secara drastis (Kurniawati et al., 2025; Wiyoto and Ekasari, 2010).

Gejala klinis pada ikan capungan banggai setelah injeksi bakteri patogen sebanyak 0,01 mL dengan perlakuan A, B, C, dan D menunjukkan perubahan warna tubuh menjadi hitam dan perilaku berenang yang tidak normal, sementara pada kontrol (K) kondisi ikan tetap normal. Perubahan warna tubuh yang menggelap ini merupakan indikasi kerusakan jaringan dan respons inflamasi akibat infeksi bakteri patogen, sedangkan gangguan perilaku berenang mencerminkan efek toksik pada sistem saraf dan otot ikan akibat toksin bakteri. Fenomena ini sesuai dengan studi internasional yang melaporkan bahwa infeksi bakteri pada ikan hias, termasuk ikan capungan banggai, menyebabkan stres fisiologis, perubahan pigmen, dan gangguan perilaku yang signifikan (Weber et al., 2009; Zamrud et al., 2017).

Studi terbaru oleh Senthamarai et al., (2023) menegaskan bahwa infeksi bakteri oportunistik pada ikan hias dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas tinggi dengan tanda klinis berupa perubahan perilaku seperti berenang tidak terkontrol dan pigmentasi kulit yang berubah akibat gangguan sistem imun dan toksikologi patogenik yang berkembang selama infeksi. Penelitian ini relevan untuk memahami mekanisme patogenesis bakteri pada ikan capungan banggai dan implikasinya terhadap konservasi spesies tersebut.

Parameter kualitas air yang stabil selama pengamatan pada ikan capungan banggai mencerminkan kondisi lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup dan kesehatan ikan ini. Suhu air 30-31°C, salinitas 34-35 ppt, pH 7,5-7,6, serta oksigen terlarut (DO) 5,2–5,3 mg/L, sesuai dengan hasil studi oleh (Rahman et al., 2024a, 2024b) yang menunjukkan bahwa suhu dan salinitas pada kisaran ini optimal untuk aktivitas osmoregulasi ikan capungan titik (*Sphaerama orbicularis*) dan juga relevan untuk ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*), dimana stabilitas parameter ini penting dalam mempertahankan fisiologi dan perilaku normal ikan.

Selanjutnya, penelitian (Rahman et al., 2024a, 2024b) hasil pengukuran parameter kualitas air seperti pH sekitar 7,7–8,1 dan DO sekitar 6 mg/L merupakan kondisi optimal yang mendukung kelangsungan populasi alami ikan ini. Stabilitas parameter ini penting untuk meminimalisir stres dan meningkatkan daya tahan terhadap infeksi patogen dalam habitat aslinya.

4. Conclusion

Empat isolat bakteri (A, B, C, dan D) berhasil diidentifikasi sebagai *Microbacterium* spp., *Rhodococcus* spp., *Bacillus* sp., dan *Edwardsiella* spp., berdasarkan analisis karakter morfologi dan biokimia. Uji patogenisitas menunjukkan bahwa seluruh isolat bersifat patogen terhadap ikan capung banggai (*Pterapogon kauderni*), dengan isolat C dan D menunjukkan virulensi tertinggi, ditandai oleh tingkat kematian 100% dalam waktu kurang dari 5 jam.

Bibliography

- Abdelhamed, H., Ibrahim, I., Baumgartner, W., Lawrence, M.L., and Karsi, A. 2018. The virulence and immune protection of *Edwardsiella ictaluri* HemR mutants in catfish Hossam Abdelhamed. *Fish Shellfish Immunol*, 72: 153–160.
- Andriany, D.T., dan Koesharyani, I. 2017. Infeksi penyakit ikan banggai cardinal (*Pterapogon kauderni*) dalam rantai perdagangan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12: 283–294.
- Austin, B., and Austin, D. 2007. Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish, Fourth Edition, Bacterial Fish Pathogens: Diseases of Farmed and Wild Fish, Fourth Edition. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6069-4>
- Bahariyanto, D.R., Amalo, P., dan Pratiwi, R. 2025. Uji makroskopik dan biokimia terhadap *Aeromonas hydrophila* sebagai upaya diagnostik infeksi bakteri pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Megaptera*, 4: 21–32. <https://doi.org/10.15578/jmtr.v4i1.15576>
- Buller, N.B. 2014. Bacteria from Fish and Other A Practical Identification Manual.
- Corretto, E., Antonielli, L., Sessitsch, A., Höfer, C., Puschenreiter, M., Widhalm, S., Swarnalakshmi, K., and Brader, G. 2020. Comparative genomics of microbacterium species to reveal diversity, potential for secondary metabolites and heavy metal resistance. *Front Microbiol* 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01869>
- Dubytska, L., Koirala, R., Rogge, M., and Thune, R. 2025. *Edwardsiella ictaluri* type III secretion system effector EseG modulates cytoskeletal dynamics and immune response in macrophages. *Infect. Immun.*, 93: 1–28. <https://doi.org/10.1128/iai.00525-24>
- Herrmann, L.W., Letti, L.A.J., Penha, R. de O., Soccol, V.T., Rodrigues, C., and Soccol, C.R. 2024. Bacillus genus industrial applications and innovation: First steps towards a circular bioeconomy. *Biotechnol Adv.* <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108300>
- Hill, M.S., Minnis, V.R., Simpson, A.C., Salas Garcia, M.C., Bone, D., Chung, R.K., Rushton, E., Hameed, A., Rekha, P.D., Gilbert, J.A., and Venkateswaran, K. 2025. Genomic description of *Microbacterium Carthurae* sp. Nov., a bacterium collected from the International Space Station that exhibits unique antimicrobial-resistant and virulent phenotype. *mSystems* 10: 1–21. <https://doi.org/10.1128/msystems.00537-25>
- Hosseini, S., Azadi, D., and Absalan, A. 2023. Bioremediation of phenol, sulfate sodium, and polycyclic aromatic hydrocarbons by *Rhodococcus* sp. first time isolated and molecular characterized from aquatic and terrestrial ecosystems. *Water and Environment Journal*, 37: 594–603. <https://doi.org/10.1111/wej.12862>
- Krivoruchko, A., Kuyukina, M., Peshkur, T., Cunningham, C.J., and Ivshina, I. 2023. Rhodococcus strains from the specialized collection of alkanotrophs for biodegradation of aromatic compounds. *Molecules*, 28: 1–20. <https://doi.org/10.3390/molecules28052393>
- Kurniawati, D., Fitriana, E., Tjahjaningsih, W., Ulkhaq, M.F., Pardede, M.A., and Loh, J.Y. 2025. Hematological alterations and bacterial abundance of *Edwardsiella tarda* in catfish (*Clarias* sp.) cohabiting with carrier silver rasbora (*Rasbora argyrotaenia*). *Open Vet. J.*, 15: 1654–1662. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i4.17>
- Laboffe, M., and Pierce, B. 2021. A Photographic Atlas for the Microbiology Laboratory. Morton Publishing Company.
- Leung, K.Y., Wang, Q., Zheng, X., Zhuang, M., Yang, Z., Shao, S., Achmon, Y., and Siame, B.A. 2021. Versatile lifestyles of *Edwardsiella*: Free-living, pathogen, and core bacterium of the aquatic resistome. *Virulence*. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.2006890>
- Machimbirike, V.I., Crumlish, M., Dong, H.T., Santander, J., Khunrae, P., and Rattanarojpong, T. 2022. *Edwardsiella ictaluri*: A systemic review and future perspectives on disease management. *Rev. Aquac.*, <https://doi.org/10.1111/raq.12665>
- Mangunwardoyo, W., Ismayasari, R., dan Riani, E. 2010. Uji patogenisitas dan virulensi *Aeromonas hydrophila* Stainer pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* Lin.) melalui Postulat Koch. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5: 245–255.
- Mustikhasary, A., Mulyana., dan Rosmawati. 2015. Penambahan bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada pakan terhadap ketahanan tubuh ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diuji tantang dengan bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Mina Sains*, 1: 88–99.
- Noga, E.J. 2010. Fish disease: diagnosis and treatment. Wiley-Blackwell.
- Paściak, M., Pawlik, K.J., Martynowski, D., Łączmański, Ł., Ciekot, J., Szponar, B., Wójcik-Fatla, A., Mackiewicz, B., Farian, E., Cholewa, G., Cholewa, A., and Dutkiewicz, J. 2024. Discovery of a new bacterium, *Microbacterium betulae* sp. Nov., in birch wood associated with hypersensitivity pneumonitis in woodworkers. *Environ. Microbiol. Rep.*, 16: 1–15. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.13311>

- Payne, C.J., Grace, K., Phuong, V.H., Phuoc, N.N., Dung, T.T., Phuoc, L.H., and Crumlish, M. 2023. Exploring the genetic diversity of *Edwardsiella ictaluri* in Vietnamese striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) farms over a 20-year period. *Front. Mar. Sci.*, 10: 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1270968>
- Rahman, S.A., Athirah, A., dan Asaf, R. 2017. Konsentrasi pengenceran salinitas terhadap kemampuan osmoregulasi ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*). *Jurnal SAINTEK Peternakan dan Perikanan*, 1: 45–51.
- Rahman, S.A., Djada, H., Suhermanto, A., and Safir, M. 2024a. Initial study of population and microhabitat of the Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) in Bilalang Bay, Banggai Regency. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 11: 293–298. <https://doi.org/10.29103/aa.v11i3.16488>
- Rahman, S.A., Sangkia, F.D., Manuli, R., and Safir, M. 2024b. Aktivitas osmoregulasi ikan capungan titik (*Sphaeramia orbicularis*) pada lingkungan bersalinitas. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries (JOINT-FISH)* 7: 14–25.
- Rahman, S.A., dan Sutomo, 2017. Ikan Capungan Banggai *Pterapogon kauderni*. Yayasan Pemerhati Lingkungan.
- Reichley, S.R., Ware, C., Steadman, J., Gaunt, P.S., García, J.C., LaFrentz, B.R., Thachil, A., Waldbieser, G.C., Stine, C.B., Buján, N., Arias, C.R., Loch, T., Welch, T.J., Cipriano, R.C., Greenway, T.E., Khoo, L.H., Wise, D.J., Lawrence, M.L., Griffin, M.J., Reichley, C.S., and Brad Fenwick, E. 2017. Comparative phenotypic and genotypic analysis of *Edwardsiella* isolates from different hosts and geographic origins, with emphasis on isolates formerly classified as *E. tarda*, and evaluation of diagnostic methods. *Journal of Clinical Microbiology*.
- Riana, H., Supono., and Setyawan, A. 2021. Molecular identification and local isolate bacterial activity test as biocontrol candidates to tackle *Vibrio* spp infections at vannamei shrimp cultivation (*Litopenaeus vannamei*) in East Lampung. *e-Jurnal Rekyasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 9: 2597.
- Rini, M.S., Rahadian, R., Hadi, M., dan Zulfiana, D. 2018. Uji efikasi beberapa isolat bakteri entomopatogen terhadap kecoa (Orthoptera) *Periplaneta americana* (L.) dan *Blattella germanica* (L.) dalam skala laboratorium. *Jurnal Biologi Tropika*, 1: 1–7.
- Saticioglu, I.B., Ajmi, N., Coskuner-Weber, O., Alpsoy, S., Ay, H., Aydin, F., Abay, S., Karakaya, E., Kayman, T., Dalyan, C., Koca, F.D., Tasci, G., Yarim, D., Morick, D., Yibar, A., Erdogan, S., Altun, S., and Duman, M. 2025. Three new microbacterium species isolated from the Marmara Sea mucilage event: *Microbacterium istanbulense* sp. Nov., *Microbacterium bandirmense* sp. Nov., *Microbacterium marmareense* sp. Nov. *Syst. Appl. Microbiol.*, 48: <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2025.126600>
- Senthamarai, M.D., Rajan, M.R., and Bharathi, P.V. 2023. Current risks of microbial infections in fish and their prevention methods: A review. *Microb. Pathog.* <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106400>
- Sulistiyono, A., dan Mutiara, E. 2023. Pengujian bakteri patogen pada ikan hias di stasiun karantina ikan pengendalian mutu dan keamanan hasil perikanan Palembang. *Sriwijaya Bioscientia*, 3: 1–9.
- Susanti, W., Indrawati, A., dan Pasaribu, F.H. 2016. Kajian patogenisitas bakteri *Edwardsiella ictaluri* pada ikan patin *Pangasionodon hypophthalmus* Pathogenicity of *Edwardsiella ictaluri* infection in striped catfish *Pangasionodon hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15: 99–107. <https://doi.org/10.19027/jai.15.2.99-107>
- Syakir, M., Djafar, A., Haryono, Y., Khairurridha, Sodikun, A., Rahmantyo, R.A., Riyanto, A.R., Asriadi, Rahman, S.A., Pongdatu, B., Monoarfa, H., Kaslan, Z., dan Fauzan, A. 2018. Banggai Cardinalfish: Si Cantik dari Perairan Banggai. JOB Pertamina-Medco E&P Tomori Sulawesi, Jakarta.
- Takeuchi, M., dan Hatano, K. 1998. Proposal of six new species in the genus *Microbacterium* and transfer of *Flavobacterium marinotypicum* ZoBell and Upham to the genus *Microbacterium* as *Microbacterium maritypicum* comb. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 48: 973–982.
- Weber, E.S., Waltzek, T.B., Young, D.A., Twitchell, E.L., Gates, A.E., Vagelli, A., Risatti, G.R., Hedrick, R.P., and Frasca, S. 2009. Systemic iridovirus infection in the Banggai cardinalfish (*Pterapogon kauderni* Koumans 1933). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21: 306–320. <https://doi.org/10.1177/104063870902100302>
- Wiyoto., dan Ekasari, J. 2010. Kuorum sensing bakteri dan peran alga dalam pengendalian penyakit bakterial dalam akuakultur Bacterial quorum sensing and the role of algae in bacterial diseases control in aquaculture. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9: 110–118.
- Zampolli, J., Orro, A., Vezzini, D., and Di Gennaro, P. 2022. Genome-based exploration of *Rhodococcus* species for plastic-degrading genetic determinants using bioinformatic analysis. *Microorganisms*, 10: 1–21. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10091846>
- Zamrud, M., Ndobe, S., dan Laapo, A. 2017. Diagnosis dan patologi infeksi bakterial *Vibrio* sp. pada ikan Kardinal Banggai (*Pterapogon kauderni*). *e-Jurnal Mitra Sains*, 7: 150–160.