



DISTRIBUSI EKOLOGIS DAN PROFIL KEPEKAAN ANTIBIOTIK *Vibrio* spp. PADA ZONA WISATA DAN BUDIDAYA DI PANTAI ANOM, TANGERANG

Ecological Distribution and Antibiotic Susceptibility Profile of Vibrio spp. in Tourism and Aquaculture Zones at Anom Beach, Tangerang

Nurdianti Nurdianti¹, Maya Sari², M. Arief Fadillah³, Wiwien Mukti Andriyani⁴, Aminah Aminah^{5*}
^{1,2,3,5}Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Banten, Indonesia

⁴Laboratorium Kultur Jaringan, Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau Jepara, Indonesia

*Correspondence: aminah@poltekkesbanten.ac.id

ABSTRAK. Perairan pesisir tropis berfungsi sebagai reservoir alami bakteri oportunistik, termasuk *Vibrio* spp., yang berpotensi memengaruhi kesehatan manusia dan keberlanjutan akuakultur. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi distribusi ekologis dan profil kepekaan antibiotik *Vibrio* spp. pada zona wisata dan budidaya di Pantai Anom, Kabupaten Tangerang. Desain penelitian deskriptif eksploratif dilakukan dengan pengambilan sampel air dan sedimen dari empat lokasi representatif: air laut, sedimen pantai, air tambak, dan sedimen tambak. Isolasi dilakukan melalui pengayaan dalam *Alkaline Peptone Water* dan kultur pada media *Thiosulfate Citrate Bile Sucrose*, dilanjutkan dengan identifikasi morfologi, pewarnaan Gram, uji hemolisis, dan uji biokimia konvensional. Uji kepekaan antibiotik dilakukan menggunakan metode difusi cakram terhadap siprofloksasin (5 µg), sulfametoksazol-trimetoprim (1,25/23,75 µg), dan kloramfenikol (30 µg) sesuai pedoman CLSI. Lima isolat dengan karakteristik menyerupai *Vibrio fischeri*, *Vibrio ordalii*, dan *Vibrio natriegens* teridentifikasi, dan seluruhnya menunjukkan kategori sensitif terhadap antibiotik uji. Hasil ini menyediakan data dasar surveilans lingkungan dalam kerangka *One Health*.

Kata kunci: *Vibrio* spp., kepekaan antibiotik, surveilans lingkungan, ekosistem pesisir, tambak budidaya

ABSTRACT. Tropical coastal waters function as natural reservoirs of opportunistic bacteria, including *Vibrio* spp., which may influence human health and aquaculture sustainability. This study aimed to assess the ecological distribution and antibiotic susceptibility profiles of *Vibrio* spp. in tourism and aquaculture zones at Anom Beach, Tangerang Regency. An exploratory descriptive design was applied by collecting water and sediment samples from four representative sites: seawater, beach sediment, pond water, and pond sediment. Isolation was conducted through enrichment in *Alkaline Peptone Water* followed by culture on *Thiosulfate Citrate Bile Sucrose* agar. Identification procedures included morphological observation, Gram staining, hemolysis testing, and conventional biochemical assays. Antibiotic susceptibility testing was performed using the disk diffusion method against ciprofloxacin (5 µg), sulfamethoxazole-trimethoprim (1.25/23.75 µg), and chloramphenicol (30 µg) according to CLSI guidelines. Five isolates phenotypically resembling *Vibrio fischeri*, *Vibrio ordalii*, and *Vibrio natriegens* were identified. All isolates were categorized as susceptible, providing baseline data for environmental surveillance within a *One Health* framework.

Keywords: *Vibrio* spp., antibiotic susceptibility, environmental surveillance, coastal ecosystem, aquaculture ponds

Pendahuluan

Beberapa spesies *Vibrio* diketahui berperan sebagai agen infeksi pada manusia [1] maupun hewan akuatik [2,3], baik melalui paparan langsung air laut maupun konsumsi produk perikanan yang terkontaminasi [4,5]. Dalam lingkungan akuakultur, keberadaan *Vibrio* spp. tertentu dikaitkan dengan kejadian *Vibriosis* yang menimbulkan kerugian ekonomi signifikan [6,7]. Di sisi lain, penggunaan antibiotik pada sektor kesehatan dan budidaya berpotensi mendorong seleksi isolat resistan di lingkungan perairan. Resistensi antimikroba yang berkembang di ekosistem akuatik dapat menyebar melalui transfer gen horizontal [8,9] dan

berkontribusi terhadap masalah kesehatan masyarakat dalam kerangka pendekatan *One Health* [10].

Sejumlah penelitian di Indonesia telah melaporkan keberadaan *Vibrio* spp. di wilayah pesisir [11] dan tambak budidaya [12], termasuk deteksi isolat yang menunjukkan resistensi terhadap beberapa golongan antibiotik [13]. Namun demikian, sebagian besar studi masih berfokus pada tambak udang [14,15], tanpa membandingkan distribusi bakteri pada zona dengan fungsi ekologis dan sosial berbeda dalam satu kawasan pesisir yang sama. Selain itu, data terkini mengenai profil kepekaan antibiotik *Vibrio* spp. Pada kawasan pesisir di wilayah Tangerang masih terbatas.

Pantai Anom, Kabupaten Tangerang, merupakan kawasan pesisir dengan fungsi ganda sebagai lokasi wisata dan area budidaya tambak. Interaksi antara aktivitas rekreasi, produksi perikanan, dan dinamika lingkungan akuatik berpotensi memengaruhi distribusi mikroorganisme serta pola kepekaan antibiotiknya. Hingga saat ini, belum terdapat laporan yang mendokumentasikan distribusi ekologis *Vibrio* spp. dan profil kepekaan antibiotiknya secara komparatif pada zona wisata dan budidaya di kawasan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi keberadaan dan karakteristik fenotipik *Vibrio* spp. pada empat zona ekologis representatif di Pantai Anom, dan (2) mengevaluasi profil kepekaan antibiotiknya terhadap siprofloksasin, sulfametoksazol-trimetoprim, dan kloramfenikol sesuai pedoman CLSI. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data dasar surveilans mikrobiologi lingkungan pesisir dan mendukung strategi pemantauan kualitas perairan dalam kerangka pengelolaan risiko kesehatan masyarakat dan keberlanjutan akuakultur.

Metode

Desain Penelitian dan Lokasi

Penelitian ini merupakan studi deskriptif eksploratif dengan pendekatan eksperimental laboratorium untuk mengevaluasi distribusi ekologis dan profil kepekaan antibiotik *Vibrio* spp. pada zona wisata dan budidaya di Pantai Anom, Kabupaten Tangerang, Banten. Penelitian dilaksanakan pada Desember 2024–Maret 2025. Seluruh pemeriksaan mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Banten, dengan menerapkan prosedur *biosafety level 2* sesuai standar operasional laboratorium.

Penentuan Zona dan Pengambilan Sampel

Unit analisis penelitian adalah zona ekologis. Empat zona representatif ditetapkan berdasarkan karakteristik aktivitas dan substrat, yaitu: (1) air laut zona wisata, (2) sedimen pantai zona wisata, (3) air tambak zona budidaya, dan (4) sedimen tambak zona budidaya. Pengambilan sampel dilakukan secara purposif menggunakan pendekatan *ecological representativeness sampling* untuk merepresentasikan variasi substrat dan paparan aktivitas manusia pada masing-masing zona. Sampel air dikumpulkan dalam botol steril pada kedalaman ± 20 –30 cm dari permukaan, sedangkan sedimen diambil menggunakan pipa steril hingga lapisan kompak bagian atas. Setiap sampel dimasukkan ke dalam wadah steril terpisah dan disimpan dalam *cool box* pada suhu 4–8°C selama transportasi. Seluruh sampel diproses dalam waktu maksimal empat jam setelah pengambilan untuk meminimalkan perubahan komposisi mikrobiologis. Penelitian ini dirancang sebagai studi eksploratif berbasis representasi zona dan tidak bertujuan untuk mengestimasi prevalensi populasi secara kuantitatif

Isolasi dan Identifikasi Fenotipik

Sebanyak 1 mL sampel air atau 1 g sedimen yang telah disuspensikan dalam larutan fisiologis steril diinokulasikan ke dalam 9 mL *Alkaline Peptone Water* (APW) dan diinkubasi pada 37°C selama 18–24 jam untuk tahap pengayaan selektif. Kultur hasil pengayaan kemudian ditanam pada media *Thiosulfate Citrate Bile Sucrose* (TCBS) dan diinkubasi 24 jam pada 37°C.

Koloni dengan karakteristik morfologi khas pada TCBS (warna kuning atau hijau, bentuk bulat, elevasi cembung) dipilih dan dimurnikan melalui subkultur berulang. Identifikasi dilakukan secara fenotipik melalui pengamatan morfologi koloni, pewarnaan Gram, uji hemolisis pada *Blood Agar Plate*, uji biokimia konvensional (TSIA, SIM, MR, VP, Simmon's citrate, urease, dan fenilalanin deaminase).

Interpretasi dilakukan dengan membandingkan karakteristik fenotipik terhadap referensi standar mikrobiologi. Identifikasi spesies dalam penelitian ini bersifat presumtif berdasarkan kemiripan fenotipik dan tidak dikonfirmasi secara molekuler.

Uji Kepekaan Antibiotik

Uji kepekaan antibiotik dilakukan menggunakan metode difusi cakram Kirby–Bauer pada media *Mueller Hinton Agar*. Suspensi bakteri disesuaikan dengan standar kekeruhan 0,5 McFarland sebelum diinokulasikan secara merata menggunakan kapas steril. Antibiotik yang diuji meliputi siprofloksasin (5 µg), sulfametoksazol-trimetoprim (1,25/23,75 µg), dan kloramfenikol (30 µg). Cakram antibiotik diletakkan secara aseptik pada permukaan media, kemudian diinkubasi pada 37°C selama 18–24 jam. Diameter zona hambat diukur dalam satuan milimeter menggunakan penggaris kalibrasi. Interpretasi kategori sensitif, intermediet, atau resistan dilakukan berdasarkan pedoman *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) edisi terbaru yang relevan untuk bakteri Gram-negatif non-enterik.

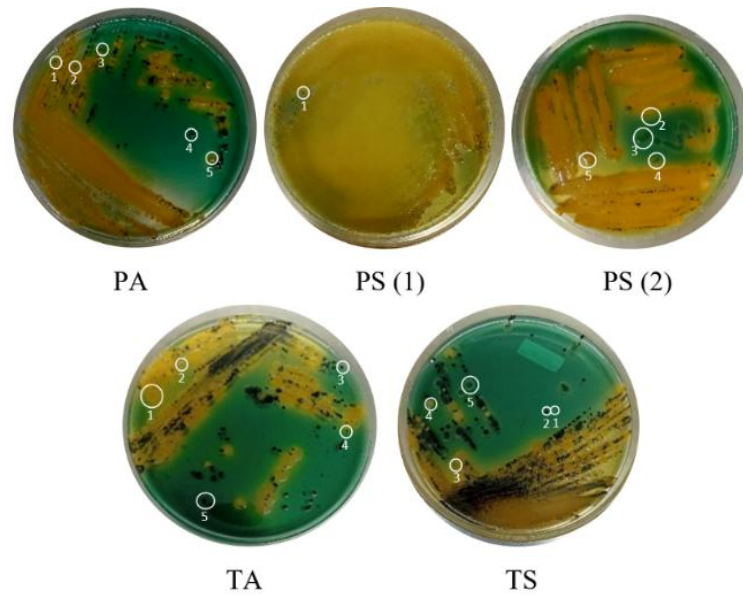
Analisis Data dan Pertimbangan Etik

Data hasil identifikasi fenotipik dan diameter zona hambat dianalisis secara deskriptif. Hasil disajikan dalam bentuk tabel yang memuat karakteristik biokimia serta nilai diameter zona hambat (mm) pada masing-masing isolat. Penelitian ini tidak melakukan analisis statistik inferensial karena dirancang sebagai studi eksploratif berbasis zona representatif.

Penelitian ini menggunakan sampel lingkungan dan tidak melibatkan subjek manusia, hewan uji, maupun data pribadi, sehingga termasuk kategori risiko minimal dan tidak memerlukan kaji etik penelitian kesehatan. Penelitian telah memperoleh persetujuan administratif dari institusi pelaksana.

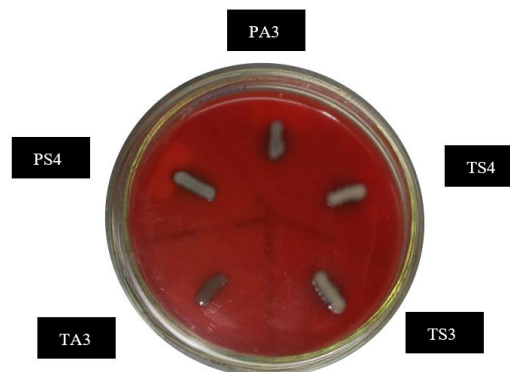
Hasil

Isolasi bakteri dari empat zona ekologis menghasilkan pertumbuhan koloni khas pada media TCBS. Koloni yang diamati menunjukkan dua karakter dominan, yaitu koloni berwarna hijau dan koloni berwarna kuning, dengan morfologi bulat, elevasi cembung, permukaan mukoid, dan tepi rata (Gambar 1). Dari seluruh zona pengamatan diperoleh lima isolat murni yang selanjutnya dianalisis secara mikroskopis dan biokimia. Pewarnaan Gram menunjukkan seluruh isolat merupakan bakteri Gram-negatif berbentuk batang melengkung. Uji hemolisis pada *Blood Agar Plate* menunjukkan pola alfa-hemolisis pada seluruh isolat (Gambar 2).



Gambar 1. Pertumbuhan Bakteri pada Media TCBS

Hasil uji biokimia menunjukkan variasi pola fermentasi pada media TSIA, dengan dua isolat menunjukkan reaksi K/A dan tiga isolat menunjukkan reaksi A/A tanpa produksi H₂S. Seluruh isolat menunjukkan motilitas positif pada uji SIM serta hasil negatif pada uji MR, VP, urease, dan fenilalanin deaminase. Uji sitrat menunjukkan dua isolat positif dan tiga isolat negatif.



Gambar 2. Hasil Uji Hemolisis

Berdasarkan kombinasi karakteristik fenotipik tersebut, isolat menunjukkan kemiripan dengan spesies dalam genus *Vibrio*, dengan profil yang menyerupai *Vibrio fischeri*, *Vibrio ordalii*, dan *Vibrio natriegens* (Tabel 1). Identifikasi ini bersifat presumtif dan didasarkan pada kesesuaian pola fenotipik terhadap referensi standar.

Tabel 1. Karakteristik Fenotipik Isolat *Vibrio* spp.

Kode Isolat	Zona	Warna Koloni (TCBS)	Gram	TSIA	Motilitas	Sitrat	Interpretasi Presumtif
PA3	Air Laut	Hijau	Negatif	K/A	+	-	Menyerupai <i>V. fischeri</i>
PS4	Sedimen Pantai	Hijau	Negatif	K/A	+	-	Menyerupai <i>V. fischeri</i>

TA3	Air Tambak	Hijau	Negatif	A/A	+	-	Menyerupai <i>V. ordalii</i>
TS3	Sedimen Tambak	Kuning	Negatif	A/A	+	+	Menyerupai <i>V. natriegens</i>
TS4	Sedimen Tambak	Kuning	Negatif	A/A	+	+	Menyerupai <i>V. natriegens</i>

Profil Kepekaan Antibiotik

Seluruh isolat menunjukkan zona hambat terhadap ketiga antibiotik yang diuji. Diameter zona hambat berkisar antara 28–34 mm (siprofloksasin), 22–28 mm (sulfametoksazol-trimetoprim), dan 20–27 mm (kloramfenikol). Berdasarkan interpretasi pedoman CLSI, seluruh nilai diameter berada dalam kategori sensitif. Tidak ditemukan isolat dengan kategori intermediet maupun resistan pada ketiga antibiotik tersebut (Tabel 2).

Tabel 2. Diameter Zona Hambat dan Interpretasi Kepekaan Antibiotik

No	Kode Isolat	Diameter Zona Hambat (mm)			Interpretasi
		C	CIP	SXT	
1	PA3	32	30	24	C: sensitif CIP: sensitif SXT: sensitif
2	PS4	27	32	25	C: sensitif CIP: sensitif SXT: sensitif
3	TA3	25	29	24	C: sensitif CIP: sensitif SXT: sensitif
4	TS3	26	38	25	C: sensitif CIP: sensitif SXT: sensitif
5	TS4	28	35	29	C: sensitif CIP: sensitif SXT: sensitif

Pola Distribusi Zona

Isolat ditemukan pada seluruh zona pengamatan, baik pada area wisata maupun budidaya. Tidak terdapat perbedaan kategori kepekaan antibiotik antara zona wisata dan zona tambak. Secara deskriptif, semua isolat dari menunjukkan diameter zona hambat relatif sama meskipun penelitian ini tidak dirancang untuk analisis statistik komparatif.

Diskusi

Deteksi *Vibrio* spp. pada seluruh zona ekologis menunjukkan bahwa bakteri ini terdistribusi luas baik pada area wisata maupun budidaya di Pantai Anom. Temuan ini konsisten dengan karakteristik genus *Vibrio* yang secara alami berasosiasi dengan ekosistem laut dan payau, terutama di wilayah tropis dengan suhu relatif hangat sepanjang tahun [16,17]. Keberadaan isolat pada air dan sedimen mengindikasikan bahwa sedimen berpotensi berperan sebagai reservoir mikroba yang mendukung persistensi bakteri dalam kondisi lingkungan yang fluktuatif [18].

Variasi pola fermentasi dan uji sitrat yang teramati menunjukkan adanya heterogenitas fenotipik antar isolat. Isolat yang menunjukkan kemiripan dengan *Vibrio natriegens* ditemukan pada sedimen tambak, yang secara ekologis dapat dikaitkan dengan kondisi lingkungan kaya nutrisi akibat aktivitas budidaya. Spesies ini dikenal memiliki laju pertumbuhan cepat dan adaptasi terhadap lingkungan dengan ketersediaan substrat organik tinggi [19,20]. Sementara

itu, isolat yang menyerupai *Vibrio ordalii* teridentifikasi pada zona budidaya, yang relevan mengingat spesies tersebut sering dikaitkan dengan penyakit ikan pada sistem akuakultur [21,22]. Meskipun identifikasi dalam penelitian ini bersifat presumtif, temuan ini menegaskan pentingnya pemantauan mikrobiologi pada tambak yang berinteraksi langsung dengan aktivitas produksi pangan.

Seluruh isolat menunjukkan kategori sensitif terhadap siprofloksasin, sulfametoksazol-trimetoprim, dan kloramfenikol. Hasil ini berbeda dengan beberapa laporan dari wilayah pesisir lain di Indonesia maupun negara tropis yang telah mendeteksi isolat *Vibrio* dengan resistensi terhadap fluorokuinolon atau sulfonamid [23]. Perbedaan ini kemungkinan mencerminkan variasi tingkat tekanan seleksi antibiotik di masing-masing lokasi [24,25]. Tidak ditemukannya isolat resistan pada penelitian ini dapat mengindikasikan bahwa penggunaan antibiotik di kawasan Pantai Anom relatif terkendali atau bahwa paparan limbah yang mengandung residu antimikroba masih terbatas.

Namun demikian, ketiadaan resistensi pada satu periode pengamatan tidak dapat diinterpretasikan sebagai kondisi stabil jangka panjang [26]. Lingkungan perairan merupakan sistem terbuka yang memungkinkan pertukaran mikroorganisme dan elemen genetik melalui aliran air, aktivitas manusia, maupun pergerakan biota akuatik [27]. Transfer gen resistensi secara horizontal dapat terjadi meskipun tekanan seleksi rendah [28], sehingga pemantauan berkala tetap diperlukan sebagai langkah preventif dalam kerangka pendekatan *One Health*.

Tidak ditemukannya perbedaan kategori kepekaan antara zona wisata dan zona budidaya menunjukkan bahwa dalam penelitian ini, kedua zona memiliki tingkat tekanan antibiotik yang relatif serupa. Akan tetapi, studi ini tidak mengukur parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, maupun konsentrasi nutrisi, sehingga hubungan antara kondisi fisikokimia dan distribusi *Vibrio* spp. [29] tidak dapat dianalisis secara kuantitatif. Penelitian lanjutan dengan pendekatan integratif yang menggabungkan analisis molekuler dan parameter lingkungan akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai dinamika populasi serta potensi penyebaran gen resistensi di kawasan pesisir.

Secara keseluruhan, temuan ini memberikan gambaran awal bahwa ekosistem Pantai Anom masih berada pada kondisi yang tidak menunjukkan indikasi seleksi resistensi antibiotik pada isolat *Vibrio* yang terdeteksi. Meskipun demikian, keberadaan bakteri oportunistik pada kawasan dengan aktivitas wisata dan budidaya tetap memerlukan pengawasan rutin sebagai bagian dari strategi mitigasi risiko kesehatan masyarakat dan pengelolaan ekosistem pesisir secara berkelanjutan.

Kesimpulan

Penelitian ini mendokumentasikan keberadaan *Vibrio* spp. pada empat zona ekologis representatif di kawasan Pantai Anom, meliputi air laut, sedimen pantai, air tambak, dan sedimen tambak. Karakteristik morfologi dan uji biokimia menunjukkan kemiripan fenotipik dengan beberapa spesies dalam genus *Vibrio*, termasuk isolat yang menyerupai *Vibrio fischeri*, *Vibrio ordalii*, dan *Vibrio natriegens*. Seluruh isolat yang diperoleh menunjukkan kategori sensitif terhadap siprofloksasin, sulfametoksazol-trimetoprim, dan kloramfenikol berdasarkan interpretasi pedoman CLSI, tanpa ditemukan isolat intermediet maupun resistan. Temuan ini menyediakan data dasar surveilans mikrobiologi lingkungan pada kawasan pesisir dengan fungsi ganda sebagai area wisata dan budidaya. Meskipun tidak terdeteksi resistensi antibiotik pada periode pengamatan, keberadaan bakteri oportunistik di lingkungan pesisir menegaskan pentingnya pemantauan berkala untuk mendeteksi potensi perubahan pola kepekaan secara dini dalam kerangka pengelolaan risiko kesehatan masyarakat dan keberlanjutan akuakultur.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Banten, atas dukungan fasilitas laboratorium dan bantuan teknis selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak pengelola kawasan Pantai Anom, Kabupaten Tangerang, atas izin dan dukungan selama proses pengambilan sampel. Penulis turut menghargai kontribusi rekan-rekan laboratorium yang membantu dalam proses pengumpulan dan pengolahan data.

Daftar Pustaka

1. Loo KY, Law JWF, Tan LTH, Pusparajah P, Wong SH, Chan KG, Lee LH, Letchumanan V. The burden of *Vibrio* sp. infections—A scoping review. *Progress In Microbes & Molecular Biology*. 2023;6(1).
2. Han F, Xu Z, Dong C, Lai Q, Fan J, Wang J, Liu Y, Yang F, Li F. Comparative genomic study of *Vibrio parahaemolyticus* strains associated with shrimp highly lethal *Vibrio* disease. *Aquaculture*. 2025 Sep;608:742718. doi:10.1016/j.aquaculture.2025.742718
3. Manchanayake T, Salleh A, Amal MNA, Yasin ISM, Zamri-Saad M. Pathology and pathogenesis of *Vibrio* infection in fish: A review. *Aquac Rep*. 2023 Feb;28:101459. doi:10.1016/j.aqrep.2022.101459
4. Lu K, Li Y, Chen R, Yang H, Wang Y, Xiong W, Xu F, Yuan Q, Liang H, Xiao X, Huang R, Chen Z, Tian C, Wang S. Pathogenic Mechanism of *Vibrio Vulnificus* Infection. *Future Microbiol*. 2023 Apr 9;18(6):373–83. doi:10.2217/fmb-2022-0243
5. Ma JY, Zhu XK, Hu RG, Qi ZZ, Sun WC, Hao ZP, Cong W, Kang YH. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the global prevalence of foodborne *Vibrio* spp. infection in fishes: A persistent public health concern. *Mar Pollut Bull*. 2023 Feb;187:114521. doi:10.1016/j.marpollbul.2022.114521
6. Rust S, Turnbull A, Magnusson A, Carlin L. Economic analysis-Pacific Oyster 2021 *Vibrio parahaemolyticus* outbreak. 2025. Report.
7. Sheahan M, Gould CA, Neumann JE, Kinney PL, Hoffmann S, Fant C, Wang X, Kolian M. Examining the Relationship between Climate Change and Vibriosis in the United States: Projected Health and Economic Impacts for the 21st Century. *Environ Health Perspect*. 2022 Aug;130(8). doi:10.1289/EHP9999a
8. Li Y, Lin G, Pengsakul T, Yan Q, Huang L. Antibiotic Resistance in *Vibrio parahaemolyticus*: Mechanisms, Dissemination, and Global Public Health Challenges—A Comprehensive Review. *Rev Aquac*. 2025 Jan 28;17(1). doi:10.1111/raq.13010
9. Mougín J, Labreuche Y, Boulo V, Goudenège D, Saad J, Courtay G, Le Grand J, Chevalier O, Pouzadoux J, Montagnani C, Travers MA, Petton B, Destoumieux-Garzón D. Antibiotic use in oyster hatcheries promotes rapid spread of a highly transferable and modular resistance plasmid in *Vibrio*. *ISME J*. 2025 Jan 2;19(1). doi:10.1093/ismejo/wraf163
10. Marques PH, Prado LC da S, Felice AG, Rodrigues TCV, Pereira U de P, Jaiswal AK, Azevedo V, Oliveira CJF, Soares S. Insights into the *Vibrio* Genus: A One Health Perspective from Host Adaptability and Antibiotic Resistance to In Silico Identification of Drug Targets. *Antibiotics*. 2022 Oct 12;11(10):1399. doi:10.3390/antibiotics11101399
11. Sultana R, Mahmud A, Koli SM, Nayema J, Ghosh A, Sushree SB, Shom P, Siddiqui TA, Das KK, Acharjee M. Isolation and Identification of *Vibrio* Species from Different Types of Water Sources Along with Their Drug Susceptible Pattern. *Biomedical and Biotechnology Research Journal*. 2024 Apr;8(2):207–12. doi:10.4103/bbrj.bbrj_138_24
12. Mahardika K, Mastuti I, Septory R, Roza D, Zafran Z, Nasukha A. POLA FLUKTUASI POPULASI BAKTERI DI PERAIRAN PANTAI DAN TELUK PADA SENTRA BUDIDAYA IKAN LAUT DI BALI UTARA. *Jurnal Riset Akuakultur*. 2021 Apr 26;16(1):49–59. doi:10.15578/jra.16.1.2021.49-59
13. Fadlilah R, Sukenda S, Widanarni W, Wahjuningrum D. Profiling of Antibiotics Resistance and Virulence of *Vibrio parahaemolyticus* Natural Strains Affecting *Litopenaeus vannamei* in Sumatra and Java Region, Indonesia. *Egypt J Aquat Biol Fish*. 2025 Nov 1;29(6):2089–104. doi:10.21608/ejabf.2025.404556.6367
14. Puspitasari I, Anugrah R, Situmorang ML, Suantika G. Environmental parameters determinant for *vibrio* dynamics in intensive *Litopenaeus vannamei* culture ponds: a case study from the north coast of

- Indramayu, Indonesia. *Aquaculture International*. 2025 Nov 17;33(6):547. doi:10.1007/s10499-025-02228-w
15. Herawati T, Rahayu I, Aisyah A, Agung MUK, Pasaribu B, Nurhayati A, Ghazali A, Grandiosa R, Faddilah TN, Kamiswara R. Report on *Vibrio* Species Contamination in Shrimp From the Coast of Pangandaran, West Java, Indonesia. *Environ Microbiol Rep*. 2025 Oct 9;17(5). doi:10.1111/1758-2229.70210
 16. Padovan A, Siboni N, Kaestli M, King WL, Seymour JR, Gibb K. Occurrence and dynamics of potentially pathogenic vibrios in the wet-dry tropics of northern Australia. *Mar Environ Res*. 2021 Jul;169:105405. doi:10.1016/j.marenvres.2021.105405
 17. Vezzulli L. Global expansion of *Vibrio* spp. in hot water. *Environ Microbiol Rep*. 2023 Apr 15;15(2):77–9. doi:10.1111/1758-2229.13135
 18. Sampaio A, Silva V, Poeta P, Aonofriesei F. *Vibrio* spp.: Life Strategies, Ecology, and Risks in a Changing Environment. *Diversity (Basel)*. 2022 Jan 29;14(2):97. doi:10.3390/d14020097
 19. Tschirhart T, Vora GJ. *Vibrio natriegens*. *Trends Microbiol*. 2025 Nov. doi:10.1016/j.tim.2025.10.015
 20. Hädrich M, Schulze C, Hoff J, Blombach B. *Vibrio natriegens*: Application of a Fast-Growing Halophilic Bacterium. In: 2024. p. 85–116. doi:10.1007/10_2024_271
 21. Soto W. Emerging Research Topics in the Vibrionaceae and the Squid–*Vibrio* Symbiosis. *Microorganisms*. 2022 Sep 30;10(10):1946. doi:10.3390/microorganisms10101946
 22. Shafiee NS, Mazlan N, Abd Rahman NN, Shapawi R, Shah MD. Vibriosis in Aquaculture: Pathogenic *Vibrio* Species, Affected Animals, Diagnosis and Adverse Effects. In: *Essentials of Aquaculture Practices*. Singapore: Springer Nature Singapore; 2024. p. 113–38. doi:10.1007/978-981-97-6699-4_7
 23. AMALIA R, WINDARTO S, SIBERO MT, SAPUTRA D. Diversity of *Vibrio* spp. as pathogenic bacteria and their antimicrobial resistance profile isolated from *Penaeus vannamei* ponds. *Biodiversitas*. 2024 Dec 5;25(11). doi:10.13057/biodiv/d251144
 24. Wu Q, Yang H, Xu T, Malakar PK, Li H, Zhao Y. Sublethal Antibiotic Exposure Induces Microevolution of Quinolone Resistance in Pathogenic *Vibrio parahaemolyticus*. *Int J Mol Sci*. 2026 Jan 30;27(3):1416. doi:10.3390/ijms27031416
 25. Saad J, Boulo V, Goudenège D, Broquard C, Andree KB, Auguste M, Petton B, Labreuche Y, Tris P, Furones D, Gil A, Vezzulli L, Corno G, Di Cesare A, Koechlin H, Labadie-Lafforgue E, Courtay G, Romatif O, Pouzadoux J, Escoubas JM, Munaron D, Charrière GM, Toulza E, Travers MA, Montagnani C, Wegner KM, Destoumieux-Garzón D. *Vibrio* are a potential source of novel colistin-resistance genes in European coastal environments. *ISME Communications*. 2025 Jan 17;5(1). doi:10.1093/ismeco/ycaf055
 26. Fernández-Fernández R, Olivenza DR, Weyer E, Singh A, Casadesús J, Antonia Sánchez-Romero M. Evolution of a bistable genetic system in fluctuating and nonfluctuating environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2024 Sep 3;121(36). doi:10.1073/pnas.2322371121
 27. Lajqi Berisha N, Poceva Panovska A, Hajrulai-Musliu Z. Antibiotic Resistance and Aquatic Systems: Importance in Public Health. *Water (Basel)*. 2024 Aug 23;16(17):2362. doi:10.3390/w16172362
 28. Fu S, Wang Q, Wang R, Zhang Y, Lan R, He F, Yang Q. Horizontal transfer of antibiotic resistance genes within the bacterial communities in aquacultural environment. *Science of The Total Environment*. 2022 May;820:153286. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.153286
 29. Purgar M, Kapetanović D, Gavrilović A, Hackenberger BK, Kurtović B, Haberle I, Pečar Ilić J, Geček S, Hackenberger DK, Djerdj T, Bavčević L, Žunić J, Barac F, Šoštarić Vulić Z, Klanjšček T. Dataset AqADAPT: Physicochemical Parameters, *Vibrio* Abundance, and Species Determination in Water Columns of Two Adriatic Sea Aquaculture Sites. *Data (Basel)*. 2023 Mar 3;8(3):55. doi:10.3390/data8030055