



SELEKSI BAKTERI PENGHASIL ANTIBIOTIK DARI RHIZOSFER MANGROVE UNTUK PENGENDALIAN VIBRIOSIS PADA UDANG WINDU

Desty Triyaswati^{1*}, Nur Arfa Yanti², Jamili²

¹ Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Kendari. e-mail : destytriaswati@gmail.com

^{2*} Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Haluoleo
Kampus Hijau Bumi Tridharma, Anduonohu Jl. H.E.A. Mokodompit, Kendari Sulawesi Tenggara 30921, Indonesia.
No hp. 081392148522, email : nur.yanti@uho.ac.id

Diterima: 12 April 2025 — Disetujui: 03 Mei 2025 — Dipublikasi: 31 Mei 2025

ABSTRAK

Udang yang hidup di habitat alami maupun dalam pembudidayaan sering terkena penyakit vibriosis yaitu penyakit akibat infeksi *Vibrio*. Saat ini penanggulangan penyakit pada udang yang disebabkan oleh bakteri patogen menggunakan antibiotik sintetis dan obat-obatan lain. Namun, penggunaan antibiotik dan obat-obatan yang tidak bijaksana telah menimbulkan masalah baru yaitu adanya resistensi bakteri patogen terhadap antibiotik, adanya residu pada tubuh udang dan mengurangi kepercayaan konsumen terhadap kualitas produk tersebut. Salah satu alternatif penanggulangan penyakit pada komoditas perikanan khususnya udang adalah penggunaan bakteri penghasil antibiotik alami yang dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh bakteri patogen. Seleksi bakteri penghasil antibiotik yang berasal dari rhizosfer mangrove dilakukan berdasarkan kemampuannya dalam menghambat bakteri *Vibrio harveyi* penyebab penyakit vibriosis dengan menggunakan metode difusi sumuran (*Well diffusion method*). Penentuan aktivitas penghambatan dilakukan berdasarkan terbentuknya zona jernih di sekitar sumuran yang berisi kultur bakteri uji. Sebanyak 12 bakteri memiliki kemampuan aktivitas antibakteri dari 32 bakteri yang diisolasi dari rhizosfer mangrove. Isolat bakteri Sn 1.1 merupakan isolat bakteri yang memiliki aktivitas antibakteri tertinggi diantara 12 isolat bakteri dengan diameter zona hambat sebesar 18,43 mm. Dengan demikian, isolat Sn 1.1 merupakan isolat berpotensi digunakan sebagai probiotik untuk pengendalian vibriosis pada udang windu.

Kata kunci: Antibiotik, Probiotik, Vibriosis, Udang Windu

ABSTRACT

Shrimp that live in natural habitats and in farming are often exposed to vibriosis disease caused by *Vibrio* infection. Currently the prevention of the disease in shrimp caused by pathogenic bacteria using synthetic antibiotics and other drugs. However, the use of antibiotics and drugs that are not wise has given rise to a new problem, namely the existence of pathogenic bacterial resistance to antibiotics, residues in shrimp body and reduce consumer confidence in the quality of the product. An alternative to prevention of disease in shrimp fishery commodities in particular is the use of natural antibiotic-producing bacteria that can inhibit growth and kill pathogenic bacteria. Selection of antibiotic-producing bacteria from the mangrove rhizosphere based on their ability to inhibit *Vibrio harveyi* which is bacterium of vibriosis disease-causing. Selection of antibiotic-producing bacteria from the mangrove rhizosphere was carried out based on their ability to inhibit *Vibrio harveyi* bacteria that cause vibriosis using the well diffusion method. Determination of inhibitory activity was carried out based on the formation of a clear zone around the well containing the test bacterial culture. A total of 12 bacteria had antibacterial activity from 32 bacteria isolated from the mangrove rhizosphere. The bacterial isolate Sn 1.1 was the bacterial isolate that had the highest antibacterial activity among the 12 bacterial isolates with an inhibition zone diameter of 18.43 mm. Thus, the isolate Sn 1.1 is a potential isolate to be used as a probiotic to control vibriosis in tiger shrimp.

Keywords: Antibiotics, Probiotic, Vibriosis, Tiger Shrimp

PENDAHULUAN

Sektor perikanan di Indonesia sangat potensial dan mempunyai prospek yang besar dalam peningkatan devisa negara. Salah satu komoditi penting hasil perikanan yang mendatangkan devisa yang tinggi adalah udang (Gustina et al., 2016). Udang menjadi salah satu komoditas ekspor andalan di sektor budidaya perikanan karena bernilai ekonomi besar dan memiliki tingkat permintaan pasar yang tinggi (Fajriani et al., 2018). Udang windu (*Panaeus monodon* Fab.) adalah salah satu jenis udang yang permintaan konsumen tidak pernah surut bahkan menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun (Gustina et al., 2016).

Industri budidaya udang windu di Indonesia telah berkembang sejak tahun 1980 dan menjadi salah satu negara yang memproduksi dan mengekspor udang windu terbesar di dunia pada tahun 1993 (Arief, 2015). Namun, saat ini ekspor udang Indonesia mengalami penurunan karena tidak memenuhi standar kualitas yang ditetapkan oleh negara konsumen, seperti bebas dari bakteri patogen, antibiotik, dan bahan pengawet (Anjasmara et al., 2018). Selain itu, produksi udang baik di tambak maupun *hatchery* juga mengalami penurunan karena menurunnya kualitas air dan serangan penyakit (Amien et al., 2021; Arief, 2015; Tompo et al., 2015). Salah satu penyakit pada udang adalah vibriosis yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio* (Harlina et al., 2024).

Metode pencegahan dan penanggulangan penyakit vibriosis biasanya menggunakan senyawa kimia sintetik seperti antibiotik. Namun, penggunaan antibiotik dapat menghasilkan mikroba yang resisten terhadap antibiotik (Aziza & Chaidir, 2024; Kusmarwati et al., 2017) serta dapat menghasilkan residu pada tubuh udang (J. M. Sari & Hafiludin, 2023). Salah satu alternatif penanggulangan penyakit pada komoditas perikanan adalah penggunaan bakteri probiotik. Probiotik adalah suatu organisme hidup yang bermanfaat bagi kesehatan inang. Probiotik bersifat non patogen serta dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh bakteri pathogen (Setiarto, 2021).

Pemberian probiotik sebagai suplemen pakan dalam bentuk sel mikroba utuh yang digunakan dalam budidaya udang bertujuan untuk meningkatkan kualitas lingkungan serta menghambat perkembangan bakteri penyebab penyakit (Anjasmara et al., 2018; Fajriani et al., 2018). Penerapan probiotik dalam usaha budidaya komoditas laut terutama udang terbukti dapat meningkatkan kesintasan atau kelangsungan hidup biota yang dibudidayakan dengan menekan pertumbuhan bakteri pathogen (Mustafa et al., 2019), menjaga kualitas air (Dewi et al., 2019), serta meningkatkan laju pertumbuhan dan produksi udang (Kusmiatun et al., 2022; Wijayanto et al., 2020).

Sumber-sumber bakteri probiotik yang antagonis terhadap bakteri *Vibrio* yang telah diteliti dapat berasal saluran pencernaan udang (Mahjoub et al., 2019), saluran pencernaan ikan (Alonso et al., 2019) asosiasi dengan spons (Setyati et al., 2016), sedimen pantai (Liu et al., 2015) dan sedimen laut (Berna et al., 2015). Rhizosfer mangrove merupakan salah satu tempat terakumulasinya sedimen laut dan memiliki peran penting secara ekologis karena berfungsi sebagai tempat mencari makan, tempat pemijahan dan tempat berkembang biak berbagai jenis ikan, udang, dan biota laut lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat bakteri dari rhizosfer mangrove yang menghasilkan antibakteri terhadap bakteri *Vibrio harveyi*, penyebab vibriosis pada udang windu.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat instrumen, alat gelas, dan alat pendukung lainnya. Alat instrumen meliputi *laminar air flow*, autoklaf, timbangan analitik, *hot plate*, dan inkubator. Alat gelas meliputi cawan petri, tabung reaksi, gelas kimia, Erlenmeyer, dan gelas ukur. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel sedimen rhizosfer mangrove, media, dan bahan pendukung lainnya. Media yang digunakan adalah media *Nutrient Agar* (NA) dan *Nutrient Broth* (NB). Media disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, sedangkan alat-alat gelas disterilkan dalam oven pada suhu 180°C selama 2 jam (sterilisasi kering).

Pengambilan sampel sebagai Sumber Isolat

Sampel berasal dari kawasan mangrove di teluk Kendari. Pengambilan sampel dilakukan saat air surut pada tiga titik di kawasan mangrove yaitu zona depan yang berbatasan langsung dengan laut, zona tengah yang berada di belakang zona depan dan zona belakang yang berbatasan dengan daratan. Substrat/sedimen pada masing-masing zona diperoleh dari dua pohon mangrove yaitu jenis *Sonneratia alba* dan *Rhizophora apiculata*. Substrat/sedimen dari masing-masing pohon diambil menggunakan bor tanah (modifikasi pipa paralon 2") pada tiga titik di sekitar perakaran sedalam 10 cm. Substrat dari tiga titik dicampur dan diaduk sampai merata (sampel komposit). Sampel kemudian dimasukkan ke dalam plastik sampel. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium.

Isolasi Bakteri

Sepuluh gram sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam 90 mL akuades steril. Sampel digojok selama 5 menit agar homogen dan dihitung sebagai pengenceran 10^{-1} . Satu mL dari pengenceran 10^{-1} diambil dan dimasukkan dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril (pengenceran 10^{-2}). Selanjutnya dibuat seri pengenceran 10^{-3} hingga 10^{-9} . Isolasi bakteri menggunakan metode tuang (*Pour Plate*) yaitu tiga pengenceran terakhir yaitu 10^{-7} , 10^{-8} dan 10^{-9} diambil masing-masing 1 mL dan dituang ke dalam cawan petri, kemudian media NA dituang ke dalam masing-masing cawan petri. Setelah itu, media dan sampel dihomogenkan dengan membentuk angka delapan dan diinkubasi pada suhu ruang selama 4 hari. Koloni dengan karakter yang berbeda (warna, ukuran dan bentuk) dipurifikasi dengan metode gores (*streak plate*) pada medium NA di cawan petri. Selanjutnya koloni murni diinokulasi ke dalam media NA miring sebagai stok kultur.

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi sumuran (*well-difusion method*). Langkah-langkah yang dilakukan yaitu penyiapan inokulum cair bakteri uji dan bakteri indikator (*Vibrio harveyi*), uji kemampuan daya hambat bakteri probiotik dan pengukuran zona hambat. Bakteri uji yang digunakan adalah bakteri yang berasal dari rhizosfer mangrove kemudian ditumbuhkan pada media (NB) selama 24 jam pada suhu 37°C. Metode sumuran menggunakan media NA padat dan NA semi padat. NA padat dituangkan sedikit pada cawan petri sebagai dasar dan setelah padat pencadangan/cetakan untuk membuat sumuran diletakkan. NA semi padat yang masih cair kemudian ditambahkan bakteri indikator sebanyak 1 mL (standar Mc Farland No.4). Kemudian NA semi padat dituang di atas lapisan dasar yang telah diletakkan pencadangan dan dibiarkan sampai memadat. Setelah padat, pencadangan/cetakan dilepas dengan menggunakan pinset steril. Sumuran yang telah terbentuk kemudian diisi dengan kultur bakteri uji sebanyak 50 μ L dan akuades steril sebagai kontrol negatif dan antibiotik *streptomycin* sebagai kontrol positif. Selanjutnya diinkubasi dalam inkubator selama 24 jam

dengan suhu 37°C. Setelah masa inkubasi, zona hambat yang terbentuk diukur diameternya menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri dari Rhizosfer Mangrove

Isolat bakteri yang berhasil diisolasi dari sampel sedimen mangrove terdiri atas 32 isolat bakteri. Empat isolat bakteri berasal dari rhizosfer mangrove *Sonneratia alba*, sedangkan 28 isolat bakteri lainnya berasal dari rhizosfer mangrove *Rhizophora apiculata*.

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri diamati berdasarkan penghambatan terhadap *Vibrio harveyi*. *Vibrio harveyi* merupakan bakteri patogen yang dapat menyebabkan kematian masal udang budidaya (Utami et al., 2016). Indikator penghambatan dari bakteri probiotik terhadap bakteri patogen didasarkan pada pembentukan zona hambat yang ditandai dengan terbentuknya zona bening atau zona jernih. Gambar 1 menunjukkan zona penghambatan yang terbentuk di sekitar sumuran yang berisi kultur bakteri dari rhizosfer mangrove. Sebanyak 12 bakteri dari 32 bakteri dari rhizosfer mangrove dapat membantuk zona hambat. Aktivitas penghambatan bakteri probiotik terhadap bakteri patogen tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Aktivitas Penghambatan Bakteri Uji terhadap *V. harveyi*

No	Kode Isolat	Diameter Zona Hambat (mm)	Ket
1	2	3	4
1	Rh 1.3	3,90	L
2	Rh 1.4	5,43	I
3	Rh 1.5	3,07	L
4	Rh 1. 7	4,87	L
5	Rh 1.11	2,93	L
6	Rh 3.3	16,87	K
7	Rh 3.6	16,07	K
8	Rh 3.8	16,52	K
9	Rh 3.9	12,17	K
10	Rh 3.10	6,00	I
11	Rh 3.11	15,77	K
12	Sn 1.1	18,43	K
13	Kontrol positif (<i>streptomycin</i>)	15,5	K

Keterangan:

L = Lemah/Resisten (diameter zona hambat < 5)

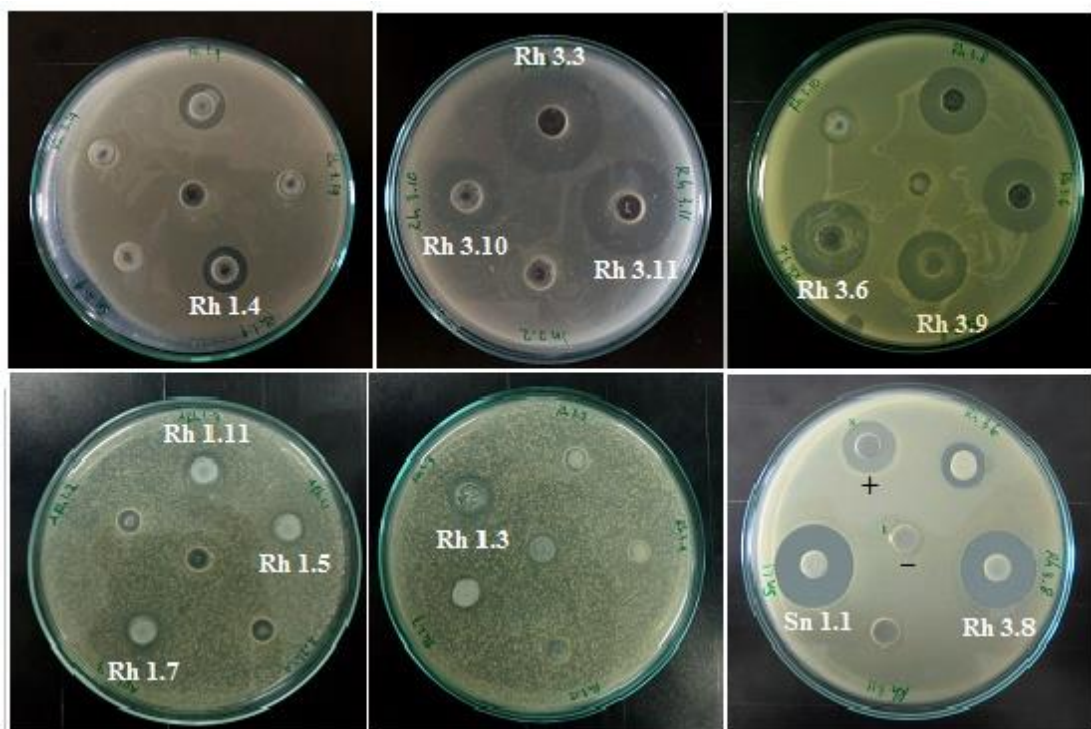
I = Intermediet (diameter zona hambat 5-10)

K= Kuat/Sensitif (diameter zona hambat 10-20)

Tabel 1 menunjukkan adanya aktivitas penghambatan yang bervariasi terhadap bakteri *V. harveyi*. Berdasarkan aktivitas penghambatan tersebut, dapat diketahui bahwa aktivitas penghambatan tertinggi dijumpai pada isolat bakteri Sn 1.1 dengan aktivitas penghambatan sebesar 18,43 mm sedangkan aktivitas penghambatan terendah dijumpai pada isolat bakteri Rh 1.11 dengan aktivitas penghambatan sebesar 2,93 mm. Menurut (Oeiyo et al., 2019), kategori aktivitas antimikroba berdasarkan kemampuan isolat bakteri dalam menghambat bakteri indikator terbagi atas empat, yaitu lemah dengan diameter zona hambat < 5 mm, intermediet (sedang) dengan diameter zona hambat

berkisar antara 5-10 mm, kategori kuat dengan diameter zona hambat berkisar antara 11-20 mm, dan kategori sangat kuat dengan diameter zona hambat > 20 mm.

Berdasarkan kategori aktivitas penghambatan yang dikemukakan oleh (Oeiyo et al., 2019), maka dari dua belas isolat bakteri tersebut terdapat 6 isolat yang mempunyai aktivitas penghambatan kategori kuat yaitu isolat bakteri Rh 3.3, Rh 3.6, Rh 3.8, Rh 3.9, Rh 3.11 dan Sn 1.1. Isolat bakteri yang memiliki aktivitas penghambatan kategori sedang ada 2 isolat yakni isolat bakteri Rh 1.4 dan Rh 3.10, sedangkan 4 isolat bakteri lainnya yaitu isolat bakteri Rh 1.3, Rh 1.5, Rh 1.7 dan Rh 1.11 memiliki aktivitas penghambatan kategori lemah. Sari et al. (2022) menyatakan bahwa ukuran zona hambat dapat dipengaruhi oleh kepadatan atau viskositas media, kecepatan difusi antibiotik, konsentrasi mikroba uji, konsentrasi antibiotik, ketebalan medium, sensitivitas organisme terhadap antibiotik dan interaksi antibiotik dengan media.



Gambar 1. Visualiasi zona hambat

Kedua belas bakteri dari rhizosfer mangrove dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen karena menghasilkan zat antibiotik yang dapat merusak struktur sel atau mengganggu aktivitas metabolisme sel bakteri patogen. Antibiotik adalah zat yang diproduksi oleh mikroorganisme atau dihasilkan secara sintetik yang dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain (Lau, 2019). Antibiotik memiliki beberapa mekanisme kerja yaitu menghambat sintesis dinding sel, mengubah permeabilitas membran sel, menghambat sintesis protein, mengganggu metabolisme seluler seperti sintesis asam nukleat (DNA/RNA) dan sintesis metabolit esensial (Madigan et al., 2015).

Vibrio harveyi merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki dinding sel dengan kandungan lipopolisakarida. Senyawa lipopolisakarida sangat rentan terhadap antibiotik karena beberapa senyawa antibiotik sangat efektif merusak membran yang mengandung lipid. Senyawa antibiotik polipeptida lebih efektif dalam merusak membran plasma bakteri Gram negatif (Vaara, 2019). Senyawa antibiotik

ini akan mengubah permeabilitas membran plasma sel bakteri. Kerusakan membran plasma ini menyebabkan terganggunya transpor nutrisi (senyawa dan ion) melalui membran sel sehingga sel mengalami kekurangan nutrisi yang diperlukan bagi pertumbuhan bakteri.

KESIMPULAN

Tiga puluh dua isolat bakteri yang diisolasi dari dari rhizosfer mangrove yaitu empat isolat bakteri berasal dari rhizosfer mangrove *Sonneratia alba*, sedangkan 28 isolat bakteri lainnya berasal dari rhizosfer mangrove *Rhizophora apiculata*. Sebanyak dua belas isolat bakteri mampu menghambat bakteri patogen *Vibrio harveyi*. Isolat bakteri Sn 1.1 merupakan isolat bakteri dengan aktivitas antibakteri tertinggi dengan diameter zona hambat sebesar 18,43 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dana hibah yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dan juga kepada Prof. Dr. Nur Arfa Yanti, S.Si, M.Si dan Prof. Dr. Jamili, M.Si atas bimbingan selama proses pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, S., Carmen Castro, M., Berdasco, M., de la Banda, I. G., Moreno-Ventas, X., & de Rojas, A. H. (2019). Isolation and Partial Characterization of Lactic Acid Bacteria from the Gut Microbiota of Marine Fishes for Potential Application as Probiotics in Aquaculture. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 11(2), 569–579. <https://doi.org/10.1007/s12602-018-9439-2>
- Amien, M. H., Nirmala, K., Pertiwi, S., & Ambarwulan, W. (2021). Analisis Kualitas Lingkungan dan Produktivitas Tambak Budidaya Udang Windu Sistem Teknologi Tradisional di Kabupaten Bulungan. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology Available*, 18(2), 93–104.
- Anjasmara, B., Julyantoro, P. G. S., & Suryaningtyas, E. W. (2018). Total Bakteri dan Kelimpahan *Vibrio* pada Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Sistem Resirkulasi Tertutup dengan Padat Tebar Berbeda. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.24843/ctas.2018.v01.i01.p01>
- Arief, M. (2015). Peningkatan Hasil Panen Udang pada Budidaya Udang Tradisional di Desa Permisan Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo untuk Mengurangi Waktu Panen Menggunakan Metode Best Management Practice IBMP). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 7(1), 17–23.
- Aziza, R. N., & Chaidir, R. R. A. (2024). Isolasi Bakteri *Vibrio* sp. Resisten Antibiotik Pada Sampel Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Dari Pasar Seketeng. *Journal of Life Science and Technology*, 2(1), 26–35.
- Berna, M. G., Campa-Córdova, ángel I., Saucedo, P. E., González, M. C., Marrero, R. M., & Mazón-Suástegui, J. M. (2015). Isolation and in vitro selection of actinomycetes strains as potential probiotics for aquaculture. *Veterinary World*, 8(2), 170–176. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.170-176>
- Dewi, N. N., Satyantini, woro H., Kismiyati, Rozi, & Mahasri, G. (2019). Aplikasi Probiotik. Imunostimulan, dan Manajemen Kualitas Air dalam Upaya Peningkatan Produksi Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(3), 179–183.
- Fajriani, B., Budiharjo, A., & Pujiyanto, S. (2018). Isolasi dan identifikasi molekuler bakteri antagonis terhadap *Vibrio parahaemolyticus* patogen pada udang *Litopenaeus vannamei* dari produk probiotik dan sedimen mangrove di Rembang. *Jurnal Biologi*, 7(1), 52–63.
- Gustina, N., Yulianti, K., & Lestari, S. D. (2016). Madu sebagai Wet Batter pada Produk Udang Breaded. *Jurnal Fishtech*, 4(1), 37–45. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v4i1.3497>
- Harlina, Ibrahim, A., Hamdillah, A., & Ilmiah. (2024). Aktifitas Antibakteri Ekstrak Piper betle Linn

- terhadap *Vibrio parahaemolyticus* Penyebab Penyakit pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 17(1), 312–320. <https://doi.org/10.52046/agrikan.v17i1.312-320>
- Kusmarwati, A., Yenni, Y., & Indriati, N. (2017). Resistensi Antibiotik pada *Vibrio parahaemolyticus* dari Udang Vaname Asal Pantai Utara Jawa untuk Pasar Ekspor. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 12(2), 91–106. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i2.352>
- Kusmiatun, A., Ilham, Abrori, M., Sudiarsa, I. N., Nisa, A. C., Aras, A. K., Insani, L., Wahyu, Jatayu, D., Fikriyah, A., Kiswanto, A., Undu, M. C., & Utami, D. A. S. (2022). Aplikasi Probiotik Multispesies Komersial untuk Meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perikanan*, 12(4), 734–745. <https://doi.org/10.29303/jp.v12i4.402>
- Lau, S. H. A. (2019). Tingkat Pengetahuan Masyarakat Kelurahan Talamandrea Jaya di Jalan Bung Tentang Penggunaan Antibiotik yang Rasional. *Farmasi Sandi Karsa*, V(2), 137–144. <https://jurnal.farmasisandikarsa.ac.id/ojs/index.php/JFS/index>
- Liu, X. F., Li, Y., Li, J. R., Cai, L. Y., Li, X. X., Chen, J. R., & Lyu, S. X. (2015). Isolation and characterisation of *Bacillus* spp. antagonistic to *Vibrio parahaemolyticus* for use as probiotics in aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 31(5), 795–803. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1833-2>
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., & Stahl, D. A. (2015). *Brock Biology of Microorganism*. America: Pearson Education Inc.
- Mahjoub, M., Mirbakhsh, M., Afsharnasab, M., Kakoolaki, S., & Hosseinzadeh, S. (2019). Inhibitory activity of native probiotic *Bacillus vallismortis* IS03 against pathogenic *Vibrio harveyi* under in vitro and in vivo conditions in *Litopenaeus vannamei*. *Iranian Journal of Aquatic Animal Health*, 5(2), 54–66. <https://doi.org/10.29252/ijaah.5.2.54>
- Mustafa, M. F., Bunga, M., & Achmad, M. (2019). Penggunaan Probiotik Untuk Menekan Populasi Bakteri *Vibrio* sp. Pada Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Use of probiotics to fight bacterial populations of *Vibrio* sp. on vaname shrimp cultivation (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Science*, 2(2), 69–76.
- Oeiyo, W. E., Simbala, H. E., & Henky, R. (2019). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak dan Fraksi Spons *Liosina paradoxa* dari Perairan Desa Tumbak Minahasa Tenggara terhadap Pertumbuhan Mikroba *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. *Pharmakon*, 8(3), 671–678.
- Sari, J. M., & Hafiludin, H. (2023). Analisis Kadar Residu Antibiotik Kloramfenikol Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di Kabupaten Bangkalan Dengan Metode Elisa (Enzym Link Immunosorbent Assay). *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 4(2), 84–89. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v4i2.18075>
- Sari, R., Apridamayanti, P., & Pratiwi, L. (2022). Efektivitas SNEDDS Kombinasi Fraksi Etil Asetat Daun Cengkok (*Melastoma malabathricum*)-Antibiotik terhadap Bakteri Hasil Isolat dari Pasien Ulkus Diabetik. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 7(2), 105–114. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2022.007.02.5>
- Setiarto, H. B. (2021). Bioteknologi Bakteri Asam Laktat untuk Pengembangan Pangan Fungsional. Indonesia: Guepedia.
- Setyati, W. A., Habibi, A. S., Subagiyo, S., Ridlo, A., S, N., & Pramesti, R. (2016). Skrining Dan Seleksi Bakteri Symbion Spons Penghasil Enzim Ekstraseluler Sebagai Agen Bioremediasi Bahan Organik Dan Biokontrol Vibriosis Pada Budidaya Udang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 11–20. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.595>
- Tampo, A., Susianingsih, E., & Kurniawan, K. (2015). Aplikasi Bakteri Pada Budidaya Udang Windu Di Tambak Dengan Pola Tradisional Plus. *Media Akuakultur*, 10(2), 85–89. <https://doi.org/10.15578/ma.10.2.2015.85-89>
- Utami, W., Sarjito, & Desrina. (2016). Pengaruh salinitas terhadap efek infeksi *Vibrio harveyi* pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*,

- 5(1), 82–90. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/10691p>
- Vaara, M. (2019). Polymyxin derivatives that sensitize Gram-negative bacteria to other antibiotics. *Molecules*, 24(2), 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules24020249>
- Wijayanto, A., Hadijah, H., & Mulyani, S. (2020). Analisis Penggunaan Fermentasi Probiotik pada Pakan Terhadap Produktifitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture and Environment*, 2(2), 27–29. <https://doi.org/10.35965/jae.v2i2.488>