

Efektivitas Teknologi Nano dalam Menghambat Bakteri *Vibrio harveyi*

Aulia Tussyahrah^{1*}, Frida Alifia², Indra Cahyono³

^{1,2,3}Institut Teknologi dan Bisnis Maritim Balik Diwa

Email: auliatusyahrah@gmail.com

Abstract

Vibrio harveyi is a Gram-Negative marine bacterium of the genus *Vibrio* known for its ability to emit light (bioluminescence). These bacteria are rod-shaped, move using flagella at one end, have anaerobic facultative properties, and thrive in environments with high salt levels (halophilic). *Vibrio harveyi* is often found in tropical and subtropical marine waters, especially in coastal ecosystems. Nanotechnology, which is the focus of this research, is a technology based on objects (structures) that are in nanometer-level size, often used in biomedical and environmental applications. The purpose of this study is to determine the effect of SLS (nanoenzymes) in inhibiting the growth of *Vibrio harveyi*, which can cause diseases in various marine organisms, including fish and shrimp. The method used in this study is experimental with a quantitative approach, where various concentrations of SLS are tested against bacterial growth. This research was carried out from June to July 2024, with controlled laboratory conditions. The results of this study show that the influence of SLS (nano enzymes) cannot inhibit the growth of *Vibrio harveyi* bacteria at various concentrations, namely 100%, 40%, 20%, 10%. This is thought to be due to the particle size on the nano, where the smaller nanoparticle size can increase its effectiveness as an antimicrobial. In addition, several other methods need to be tested on SLS (nanoenzymes) to further understand its ability to inhibit the growth of *Vibrio harveyi* bacteria, such as incorporation with other antimicrobial materials or modifications to the structure of the nanoparticles.

Keywords: Bacteria, effectiveness, nano, technology, *Vibrio harveyi*

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat besar. Jika sumber daya perikanan ini dikelola dengan baik, dapat memberikan manfaat maksimal secara berkelanjutan bagi kemakmuran masyarakat Indonesia, (Jumalia et al., 2023; Rudyanto, 2004).

Namun, kegiatan budidaya perikanan tidak selalu berjalan lancar, sering kali menghadapi kendala dan kegagalan, salah satunya disebabkan oleh serangan penyakit pada ikan atau udang yang dibudidayakan, (Alifia et al., 2023; Ikramullah et al., 2022). Penyakit ikan atau udang tersebut merupakan kondisi abnormal yang dapat disebabkan oleh berbagai organisme, seperti virus, bakteri, atau faktor lingkungan tertentu yang

mempengaruhi nutrisi dan kondisi lingkungan. Penyakit yang dialami pada ikan atau udang dapat disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik melibatkan organisme hidup seperti jamur, alga, dan bakteri, sementara faktor abiotik meliputi aspek lingkungan seperti suhu, pH, dan tingkat oksigen terlarut (DO), serta kualitas pakan atau nutrisi yang diberikan, (Damayanti et al., 2023; Rahmaningsih, 2018).

Permasalahan utama yang saat ini menjadi hambatan dalam budidaya ikan air tawar adalah serangan patogen. Patogen-patogen ini termasuk virus, bakteri, protozoa, jamur, dan parasit, yang semuanya merupakan jenis penyakit infeksi yang mengancam, (Manurung, 2017; Syamsunarno & Sunarno, 2016; Undap & Reiny, 2016).

Bakteri *vibrio* adalah salah satu bakteri yang sangat tidak asing terkhusus pada ruang lingkup

kegiatan budidaya perikanan, (Alifia et al., 2021; Jumalia et al., 2023; Tandirerung et al., 2022). Karena bakteri ini merupakan faktor utama penyebab terjadinya atau terdapatnya penyakit terhadap budidaya udang atau ikan sehingga mudah memicu terjadinya kematian massal terhadap budidaya udang atau ikan, bakteri vibrio ini memiliki kekuatan aktif yang sangat tinggi dikarenakan penyerangannya pada bakteri ini terbilang sangat cepat sehingga terkadang petani belum sempat melakukan tindakan pengendalian, tetapi organisme budidaya telah mengalami kematian dengan persentasi yang cukup tinggi, (Seniati & Irham, 2019).

M. Ghufuran H & Kordi K (dalam Sulystyaningsih et al., 2024) menjelaskan bahwa penanggulangan penyakit ini melibatkan upaya menjaga kebersihan kolam, kualitas air, serta kesehatan ikan. Sebelum benih ditebar, sebaiknya dilakukan imunisasi terlebih dahulu. Untuk ikan yang sudah sakit, pengobatan dapat dilakukan dengan penyuntikan menggunakan oxytetracycline.

Kualitas air adalah faktor utama yang dipertimbangkan dalam kegiatan budidaya di tambak, (Mulyani et al., 2024). Kualitas air yang baik sangat penting untuk mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan di dalamnya. Keadaan kualitas air di tambak memiliki dampak langsung terhadap ikan yang dipelihara. Oleh karena itu, informasi mengenai kondisi kualitas air di tambak menjadi hal yang krusial untuk diketahui guna mendukung pengelolaan kualitas perairan tambak, (Yanuhar, 2019)

Jika kualitas air di dalam tambak tidak optimal, hal tersebut dapat menyebabkan penyakit pada biota budidaya. Salah satu penyakit yang sering menyerang budidaya udang disebabkan oleh mikroorganisme patogen seperti bakteri. Bakteri, sebagai salah satu mikroorganisme dalam lingkungan, dapat menjadi penyebab terjadinya penyakit pada budidaya udang vaname. Species *Vibrio* telah dikenal sebagai penyebab penyakit vibriosis pada udang penaeid dan dikenal sebagai agen penyakit AHPND/EMS, (Halim et al., 2023a).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juni sampai juli 2024 yang bertempat di Balai Perikanan Budidaya air payau Takalar, Desa Mappakalombo, Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan.

Adapun alatnya, yaitu cawan petric, autoklaf, bunsen, tissue, erlenmeyer, mikro pipet, mistar, kamera, alat tulis, sarung tangan latex, jangka sorong, tip, pinset, vortex, cotton swab steril, ose steril, mikroskop. Dan adapun bahan digunakan adalah larutan SLS (Enzim nano), kertas cakram/disk blank, isolat Bakteri *vibrio harveyi*, media TSA, trisalt, oxy tetracyclin.

Penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) (Pratiwi et al., 2013; Puspitasari et al., 1996) dengan perlakuan 6 diulangi sebanyak 3 kali, yaitu P0: Disk blank/kertas cakram, P0: Oxy Tetracyclin, P1: 10%, P2: 20%, P3: 40%, P4: 100%. Variabel peubah dalam penelitian ini adalah diameter daya hambat enzim nano terhadap Bakteri *Vibrio harveyi*, yang dilakukan secara in vitro. Adapun cara pengukurannya melalui beberapa tahapan, yakni sebagai berikut: 1) Penghomogenisasian media, 2) Kultur Bakteri (Reinokulasi bakteri); 3) Pentetesan konsentrasi perlakuan uji; 4) Uji Bakteri; 5) Parameter Diameter Zona Hambat; 6) Parameter pertumbuhan Bakteri *Vibrio harveyi*. Adapun teknik analisis data yang digunakan adalah data diameter daya hambat dianalisis menggunakan analisis deskriptif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

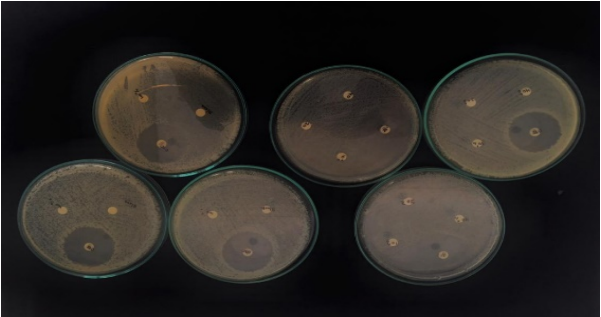
Zona hambat adalah salah satu lingkaran/daerah bening yang terjadi didalam cawan petri pada media agar (NA) atau tidak ditumbuhi koloni Bakteri *Vibrio harveyi* sehingga pada zona hambat terlihat seperti daerah bening yg serupa dengan cincin dengan kertas cakram ditengah-tengah pada zona bening tersebut, (Halim et al., 2023b; Safari et al., 2023).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat berbagai ukuran zona dari berbagai macam perlakuan seperti konsentrasi enzim nano dan antibiotik yang memiliki perbedaan yang sangat signifikan dimana enzim nano menghasilkan zona hambat yang tidak berpengaruh dikarenakan menunjukan hasil 0 dibandingkan dengan perlakuan antibiotik Oxy Tetracyclin memiliki ukuran zona hambat 30 keatas dimana diartikan bahwa Oxy Tetracyclin memiliki zona hambat yang sangat kuat karna memiliki ukuran zona >20 mm yang dapat dilihat pada table di bawah ini:

Tabel 1. Daya Hambat SLS Marine (Enzim nano)

Pemeriksaan - Biologi Molekuler						
	Parameter	Hasil uji	Satuan	Interpretasi	Metode uji	
SLS Marine Mikro 100%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 100%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 100%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 40%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 40%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 40%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 20%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 20%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 20%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 10%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 10%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
SLS Marine Mikro 10%	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Tidak sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Kontrol/Oxy Tetracyclin 30µ	Daya Hambat Bakteri	35,20	mm	Sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Kontrol/Oxy Tetracyclin 30µ	Daya Hambat Bakteri	36,15	mm	Sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Kontrol/Oxy Tetracyclin 30µ	Daya Hambat Bakteri	35,59	mm	Sensitif	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Disk Blank	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Normal	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Disk Blank	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Normal	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Disk Blank	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Normal	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	
Disk Blank	Daya Hambat Bakteri	0	mm	Normal	Kirby-Bauer Disk Difusion Test	

Sumber: hasil analisis data

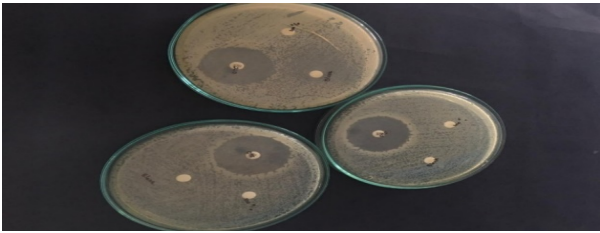


Gambar 1
Media Pertumbuhan *Vibrio harveyi* dalam pengujian daya hambat

Berdasarkan hasil uji daya hambat perlakuan pada penggunaan SLS (Enzim nano) pada penelitian “Efektivitas teknologi nano dalam menghambat Bakteri *vibrio harveyi*, diketahui bahwa zona hambat atau daya hambat SLS Marine (Enzim nano) tidak terdapat pengaruh atau tidak memberikan hambatan terhadap bakteri *Vibrio harveyi*, sedangkan perlakuan kontrol yang menggunakan antibiotik Oxy Tetracyclin sangat berpengaruh terlihat dari tabel hasil uji.

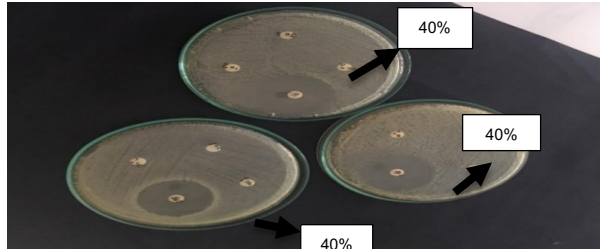
Adaptasi biologis pada bakteri *Vibrio harveyi* adalah hasil dari respons negatif terhadap perubahan fisik dan kimia yang menyebabkan gangguan pada metabolisme seluler. Pertumbuhan bakteri ini mengalami hambatan karena kondisi kultur bakteri, di mana selama penelitian, bakteri *Vibrio harveyi* dikultur dalam media statis tanpa penambahan nutrisi dan tanpa penghilangan sisa metabolisme, yang menyebabkan berkurangnya ketersediaan bahan organik. Selain itu, akumulasi metabolit seperti amonia dalam media tersebut menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan bakteri *Vibrio harveyi*, (Sarida et al., 2010)

Perlakuan dengan konsentrasi 100% SLS (Enzim nano) yang diuji tanpa adanya tambahan pelarut atau pengenceran tidak mampu menghambat Bakteri *Vibrio harveyi* terlihat pada hasil uji di tabel 1 menunjukkan zona hambat 0 mm dengan interpretasi tidak sensitif dan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.



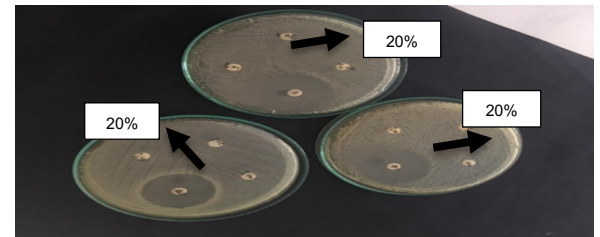
Gambar 2.
Perlakuan dengan konsentrasi 100% SLS

Perlakuan dengan konsentrasi 40% SLS (Enzim nano) pengenceran dengan bahan pelarut trisalt (adalah air laut steril yang memiliki kandungan silinitas 33 ppt sebanyak 6 ml dan dilakukan 3 kali pengulangan namun tidak mampu menghambat Bakteri *Vibrio harveyi* terlihat pada hasil uji di tabel 3.4 menunjukkan zona hambat 0 mm dengan interpretasi tidak sensitif.



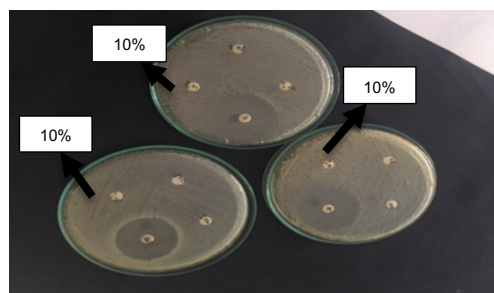
Gambar 3.
Perlakuan dengan konsentrasi 40% SLS dengan penambahan pelarut Trisalt 6 ml.

Perlakuan dengan konsentrasi 20% SLS (Enzim nano) pengenceran bahan pelarut trisalt sebanyak 8 ml dengan pengulangan sebanyak 3 kali tidak mampu menghambat Bakteri *Vibrio harveyi* terlihat pada hasil uji di tabel 3.4 menunjukkan zona hambat 0 mm dengan interpretasi tidak sensitif.



Gambar 4.
Perlakuan dengan konsentrasi 20% SLS dengan penambahan pelarut Trisalt 8 ml

Perlakuan dengan konsentrasi 10% SLS (Enzim nano) pengenceran bahan pelarut trisalt sebanyak 9 ml dengan pengulangan sebanyak 3 kali tidak mampu menghambat Bakteri *Vibrio harveyi* terlihat pada hasil uji di tabel 3.4 menunjukkan zona hambat 0 mm dengan interpretasi tidak sensitif.



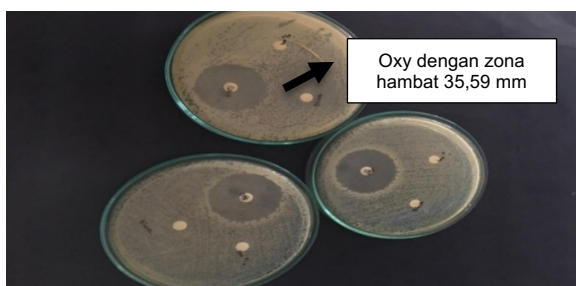
Gambar 5.
Perlakuan dengan konsentrasi 10% SLS
dengan penambahan pelarut Trisalt 9 ml

Sedangkan perlakuan kontrol OxyTetracilin 30 μ g pada pengulangan pertama menunjukkan hasil yang sensitif yang dinyatakan mampu menghambat Bakteri *Vibrio harveyi* dengan ukuran zona hambat yang sangat kuat dilihat pada tabel 3.4 hasil uji dengan zona hambat 35,20 mm.



Gambar 6
Perlakuan kontrol antibiotik Oxy Tetracilin
dengan zona hambat 35,20 mm

Perlakuan kontrol Oxy Tetracilin 30 μ g pada pengulangan kedua menunjukkan juga hasil yang sensitif yang dinyatakan mampu menghambat Bakteri *Vibrio harveyi* dengan ukuran zona hambat yang sangat kuat dilihat pada tabel 3.4 hasil uji dengan zona hambat 36,15 mm dimana lebih besar dari pengulangan pertama.



Gambar 7.
Perlakuan kontrol antibiotik Oxy Tetracilin
dengan zona hambat 36,15

Perlakuan kontrol Oxy Tetracilin 30 μ g pada pengulangan ketiga menunjukkan juga hasil yang sensitif yang dinyatakan mampu menghambat

Bakteri *Vibrio harveyi* dengan ukuran zona hambat yang sangat kuat dilihat pada tabel 3.4 hasil uji dengan zona hambat 35,59 mm dimana lebih besar juga dari pengulangan pertama namun lebih kecil dari pengulangan kedua.



Gambar 8.
Kontrol antibiotik Oxy Tetracilin dengan zona
hambat 35,59mm

Berdasarkan hasil penelitian diatas dengan berbagai konsentrasi SLS (Enzim nano) itu tidak terdapat pengaruh daya hambat, diduga bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi ketidak berhasilannya dikarenakan volume konsentrasi pada SLS perlu ditingkatkan sehingga akan lebih efektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri. Dan juga dilihat dari ukuran nano tersebut.

Hasil penelitian (Arifin, 2022; Putri et al., 2018) menemukan bahwa aktivitas antimikroba dari nanopartikel ZnO (ZnO-NPs) meningkat seiring dengan penurunan ukuran partikel. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa ZnO T80C, dengan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan nanopartikel komersial, juga menunjukkan aktivitas antimikroba yang lebih unggul. Demikian pula, Talebian et al (2013) melaporkan bahwa selain ukuran partikel, luas permukaan partikel juga dapat mempengaruhi efektivitas nanopartikel sebagai antimikroba. Penelitian ini menunjukkan adanya korelasi antara ukuran partikel dan aktivitas antimikroba, sejalan dengan studi sebelumnya.

Keunggulan nanoteknologi terletak pada kemampuan menghasilkan partikel dengan ukuran yang sangat kecil (<100 nm), yang menyebabkan perubahan signifikan dalam sifat kimia, biologi, dan fisik dibandingkan dengan partikel yang lebih besar. Sifat-sifat ini dapat dimodifikasi melalui pengendalian ukuran, material, pengaturan komposisi kimia, modifikasi permukaan, serta pengaturan interaksi antar partikel. Nanopartikel memiliki luas permukaan yang jauh lebih besar, dan semakin besar luas permukaannya, semakin tinggi pula kemungkinan terjadinya reaksi kimia dan peningkatan aktivitas biologis. Ukuran nanopartikel yang mencapai 10^{-9}

memungkinkannya untuk dengan mudah menembus sel-sel tubuh. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi toksisitas nanopartikel termasuk komposisi kimia, bentuk, struktur permukaan, muatan permukaan, sifat katalitik, dan kemampuannya untuk beragregasi dengan zat lain, (Aprianto, 2014).

Ukuran pada nano sangat mempengaruhi, Partikel dengan ukuran lebih kecil cenderung lebih efektif sebagai agen antimikroba Dali et al., (2023) menjelaskan bahwa respons biologis setiap bakteri terhadap bahan antibakteri dapat berbeda-beda. Salah satu faktor utama yang mempengaruhi perbedaan ini adalah struktur dinding sel antara bakteri Gram-negatif dan Gram-positif. Bakteri Gram-positif memiliki komponen khusus seperti asam teikoat, asam teikuronat, dan polisakarida, sedangkan bakteri Gram-negatif memiliki komponen seperti lipoprotein, membran luar, dan lipopolisakarida. Dinding sel bakteri Gram-positif lebih tebal, sekitar 15-80 nm, dan memiliki satu lapisan (monolayer), dengan kandungan lipid yang rendah, sekitar 1-4%. Sebaliknya, dinding sel bakteri Gram-negatif lebih tipis, sekitar 10-15 nm, namun berlapis tiga (multilayer), dan mengandung lipid lebih tinggi, yaitu 11-22%, (Aprianto, 2014).

Nanoteknologi adalah yang melibatkan pengelompokan atom atau molekul menjadi nanopartikel yang memiliki ukuran kurang dari 100 nm, (Fahmi, 2020). Teknologi ini memungkinkan desainer untuk memodifikasi struktur material pada tingkat molekuler guna menciptakan material dengan sifat-sifat yang diinginkan. Tren penggunaan nanoteknologi dalam kemasan pangan saat ini mencakup pengembangan kemasan yang meningkatkan tampilan material, memperpanjang masa simpan, menyediakan kemasan antimikroba, dan menciptakan kemasan interaktif, (Akilie, 2024; Warsani, 2022).

Salah satu penerapan nanoteknologi pada bahan kontak pangan adalah pengembangan pelapis nano yang dapat dikonsumsi, yang dapat diaplikasikan pada produk seperti daging, keju, buah dan sayuran, permen, produk roti, serta makanan siap saji. Nanoteknologi kini memungkinkan pembuatan pelapis nano yang dapat dimakan dengan ketebalan hanya 5 nm, yang tidak terlihat oleh mata telanjang. Pelapis ini mampu menahan kelembaban dan pertukaran gas, serta berfungsi sebagai pembawa warna, rasa, antioksidan, enzim, dan agen pencegah browning, yang juga dapat memperpanjang masa simpan meskipun kemasannya telah dibuka. Penggunaan nanoteknologi sebagai agen antimikroba dalam

kemasan berbeda dari kemasan antimikroba konvensional, di mana pelepasan antimikroba terjadi berdasarkan pemicunya. Dalam jenis kemasan dengan nanopartikel ini, antimikroba nano dimasukkan ke dalam kemasan pangan dan bahan kontak pangan, di mana komponen kemasan itu sendiri berperan sebagai antimikroba, (Ropikoh et al., 2024).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa SLS (Enzim Nano) tidak memberikan dampak penghambatan terhadap bakteri *Vibrio harveyi* dalam uji in vitro pada berbagai konsentrasi 100%, 40%, 20% dan 10%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tidak adanya diameter zona hambat bakteri *vibrio harveyi* di masing-masing konsentrasi SLS (Enzim nano).

V. DAFTAR PUSTAKA

- Akilie, M. S. (2024). Tren Kemasan Edible Sebagai Kemasan Pangan Terkini Dan Masa Depan: The Tren Of Edible Film As Food Packaging For The Present And Future. *Jurnal: Agricultural Review*, 3(1), 49–60.
- Alifia, F., Diba, D. F., & Basir, B. (2021). CONDITIONS OF CLINICAL SYMPTOMS AND LIFE OF VANAME SHRIMP IN PREVENTION OF *Vibrio alginolyticus* INFECTION USING MIANA LEAF EXTRACT. *Journal of Fish Health*, 1(2), 40–48.
- Alifia, F., Heriansah, H., Kabangnga, A., Selvianita, S., & Asnur, R. W. (2023). Performa Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) Sistem Ko-Kultur Hewan Akuatik dan Padi di Air payau. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 4(4), 299–310.
- Aprianto, D. (2014). *Aktivitas Antimikrob Nanopartikel ekstrak kapang Veronaea sp. KT19*.
- Arifin, F. S. (2022). Biosintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Seng Oksida (ZnO-NPs) Menggunakan Ekstrak Daun Kenitu (*Chrysophyllum cainito* L.). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(2), 56–63.
- Dali, G. L. A., Aheto, D. W., & Blay, J. (2023). Mangrove resource utilization and impacts in

- the Pra and Kakum estuaries of Ghana. *Regional Studies in Marine Science*, 103035.
- Damayanti, S. M., Kristin, E. P., Fakhry, M., & Kurniawan, A. (2023). Pengabdian Masyarakat Mengenai Penggunaan Bahan Herbal Dalam Upaya Mengurangi Pemakaian Bahan Kimia Bagi Ikan Budidaya Di Desa Riding Panjang, Merawang, Bangka. *Pedamas (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(03), 566–571.
- Fahmi, M. Z. (2020). *Nanoteknologi dalam Perspektif Kesehatan*. Airlangga University Press.
- Halim, A. M., Fauziyah, A., Ritonga, L. B., Arifin, M. Z., & Wulandari, A. (2023a). Tingkat Kepadatan *Vibrio* sp. Dan Kelimpahan Plankton Pada Pertumbuhan Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) DI CV Rejo Royal Banyuwangi Jawa Timur. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 6(2), 405–414.
- Halim, A. M., Fauziyah, A., Ritonga, L. B., Arifin, M. Z., & Wulandari, A. (2023b). Tingkat Kepadatan *Vibrio* sp. Dan Kelimpahan Plankton Pada Pertumbuhan Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) DI CV Rejo Royal Banyuwangi Jawa Timur. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 6(2), 405–414.
- Ikramullah, M., HERIANSAH, H., Nursyahrani, N., Alifia, F., Noor, R. J., & Kabangnga, A. (2022). Pemberdayaan Masyarakat Berbasis Teknologi Akuabisnis untuk Penguatan Pangan di Masa dan Pasca Pandemi Covid-19. *Agrokreatif: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 8(1), 47–58.
- Jumalia, H., Ikramullah, M., Parura, V., Noor, R. J., Kabangnga, A., Tamti, H., Fathuddin, F., Wulandari, S., Nuraeni, N., & Heriansah, H. (2023). *Pencemaran Sampah Laut di Indonesia*.
- Manurung, U. N. (2017). Identifikasi bakteri patogen pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di lokasi budidaya ikan air tawar Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman Dan Sumber Daya Pulau-Pulau Kecil*, 2(1).
- Mulyani, S., Rahman, A., & Cahyono, I. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Desa Topejawa Melalui Pengembangan Teknologi Budidaya Rumput Laut. *Forum Abdimas: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 22–29.
- Pratiwi, D. A., Soehono, L. A., & Sumarminingsih, E. (2013). Analisis Ortogonal Polinomial Berderajat Empat Pada Rancangan Acak Lengkap (RAL). *Jurnal Mahasiswa Statistik*, 1(3).
- Puspitasari, D., Nugroho, S., & Swita, B. (1996). Kajian Multivariate analysis of variance (manova) pada rancangan acak lengkap (ral). *Jurnal Statistika*, 2(5), 5–8.
- Putri, I. E., Suyatma, N. E., & Kusumaningrum, H. D. (2018). *Antibacterial edible films made from soy protein isolate with turmeric extract and zinc oxide nanoparticles*.
- Rahmaningsih, S. (2018). *Hama & Penyakit Ikan*. Deepublish.
- Ropikoh, S., Widjayanti, W., Idris, M., Nuh, G. M., & Fanani, M. Z. (2024). Perkembangan teknologi pengemasan dan penyimpanan produk pangan. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 6(1), 30–38.
- Rudyanto, A. (2004). Kerangka kerjasama dalam pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut. *Makalah Disampaikan Pada Sosialisasi Nasional Program MFCDP*, 22.
- Safari, D., Khoeri, M. M., Tafroji, W., Paramaiswari, K. S. W. T., Winarti, Y., & Putri, H. F. M. (2023). *Teknik Isolasi dan Identifikasi Streptococcus Penumoniae*. Universitas Indonesia Publishing.
- Sarida, M., Tarsim, T., & Faizal, I. (2010). Pengaruh Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Vibrio harveyi* Secara In vitro. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(3).
- Seniati, M., & Irham, A. (2019). Pengukuran kepadatan bakteri *Vibrio harveyi* secara cepat dengan menggunakan spektrofotometer. *Jurnal Agrokomples*, 19(2), 12–19.
- Sulystyaningsih, N. D., Muahiddah, N., Furkan, A., Sumahradewi, L. G., & Soraya, I. (2024). The effect of different doses of trucha fish on the growth of banggai cardinal fish (*Pterapogon kauderni*). *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi Dan Budidaya Perairan*, 22(1), 140–149.
- Syamsunarno, M. B., & Sunarno, M. T. (2016). Budidaya ikan air tawar ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan penyediaan ikan bagi masyarakat. *Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan*, 1–16.
- Talebian, N., Amininezhad, S. M., & Doudi, M. (2013). Controllable synthesis of ZnO nanoparticles and their morphology-dependent antibacterial and optical properties. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 120, 66–73.

- Tandirerung, C. R. T., Cahyono, I., Alifia, F., & Kantun, W. (2022). Identifikasi Waktu Efektif Menumbuhkan Kandungan Bakteri Pada Fermentasi Ampas Tahu dengan Isi Perut Ikan Tongkol Krai (*Auxis thazard*). *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*, 3(2), 210–214.
- Undap, S., & Reiny, T. (2016). Pengelolaan kualitas air Danau Tutud untuk budidaya ikan di Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(2), 130–138.
- Warsani, Z. (2022). Potensi nanoteknologi dalam membangun ketahanan pangan. *Jurnal Tampiasih*, 1(1), 30–39.
- Yanuhar, U. (2019). *Budi Daya Ikan Laut" Si Cantik Kerapu"*. Universitas Brawijaya Press.