

KARAKTERISASI BIOKIMIA BAKTERI ASOSIASI KARANG SEHAT FUNGIA DARI PULAU HARI SULAWESI TENGGARA

BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF BACTERIA ASSOCIATED WITH FUNGAL CORAL FROM HARI ISLAND SOUTHEAST SULAWESI

Fatmawati*, Ratna Diyah Palupi, Rahmadani

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo
Jl. H.E.A Mokodompit, Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu Kendari 93232, Tlp/Fax (0401) 3193782

*Email: fatmawati96@uho.ac.id

Diterima: 29 Juni 2024 ; Disetujui: 22 Agustus 2024

ABSTRAK

Bakteri merupakan mikroorganisme yang keberadaannya sangat berlimpah baik di darat, laut, maupun udara. Bakteri di laut tidak hanya berada di kolom perairan tetapi juga dapat berasosiasi dengan berbagai organisme laut seperti karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi sifat biokimia bakteri yang berasosiasi dengan karang *Fungia* yang diambil dari Pulau Hari Sulawesi Tenggara. Pengambilan sampel karang *Fungia* dilakukan dengan metode koleksi bebas dengan menggunakan alat selam SCUBA. Analisis mikrobiologi dilakukan di laboratorium yang terdiri atas dua tahap yaitu isolasi bakteri menggunakan teknik pengenceran bertingkat dan karakterisasi bakteri menggunakan uji biokimia. Selanjutnya, identifikasi genus bakteri dilakukan dengan menggunakan software ABIS. Berdasarkan hasil penelitian, terdapat tiga genus bakteri yang berasosiasi dengan karang *Fungia* di Pulau hari, yaitu genus *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Aerococcus*.

Kata kunci: Bakteri, Karakterisasi Biokimia, Karang *Fungia*, Pulau Hari

ABSTRACT

Bacteria are microorganisms that can be found in terrestrial, waters, and air. Bacteria in the ocean are not only in the water column but can also associated with various marine organisms such as corals. This study aims to characterize the biochemical properties of bacteria associated with Fungia coral taken from Hari Island, Southeast Sulawesi. Sampling of Fungia corals was carried out by free handpacking method using SCUBA diving equipment. Microbiological analysis was carried out in the laboratory which consists of two stages, namely isolation of bacteria using a serial dilution technique and characterization of bacteria using biochemical test. Furthermore, the identification of bacterial genera was carried out using the ABIS Online application. Based on the results of the study, there are three genera of bacteria associated with Fungia corals on Hari Island namely Bacillus, Streptococcus, and Aerococcus.

Keywords: Bacteria, Biochemical Characterization, Fungia Corals, Hari Island

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan ekosistem laut tropis yang memiliki keanekaragaman jenis biota yang sangat tinggi. Terumbu karang menjadi habitat bagi beberapa biota untuk berlindung, memijah dan mencari makan (Nugroho dan Dewi, 2024). Terumbu karang hidup bersimbiosis dengan *zooxanthellae* yang terdapat pada jaringan endodermis. Diantara keduanya terjadi hubungan mutualisme, dimana karang memperoleh makanan dari hasil fotosintesis *zooxanthellae* dan *zooxanthellae* memperoleh perlindungan dari karang. Selain *zooxanthellae*,

bakteri juga merupakan salah satu simbion karang.

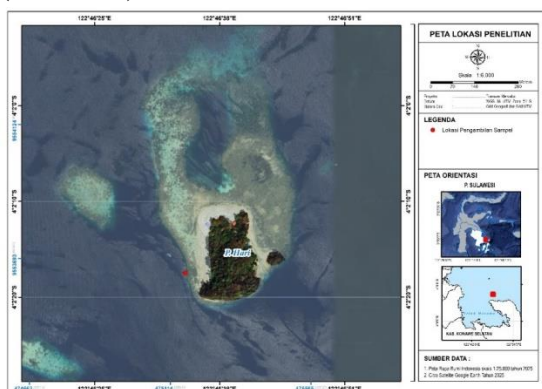
Bakteri yang hidup pada karang memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan dan kelangsungan hidup terumbu karang. Mikroorganisme ini dapat memberikan berbagai manfaat bagi karang, termasuk perlindungan terhadap patogen, pengolahan nutrisi, dan bahkan membantu karang beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah (Saputri dkk., 2016; Pollock dkk., 2019). Bakteri merupakan mikroorganisme yang bersifat uniseluler dan prokariotik dengan ukuran yang sangat kecil (Holderman dkk., 2017). Bakteri dapat hidup baik di tanah, air, maupun udara dengan kemampuannya dalam

berkembangbiak sangat cepat sehingga jumlahnya sangat melimpah. Bakteri dapat hidup pada karang yang berkategori sehat maupun pada karang yang berkategori sakit.

Pulau Hari memiliki kekayaan biodiversitas bawah laut yang tinggi, termasuk terumbu karang yang masih sehat. Karang *Fungia* adalah salah satu genus karang yang banyak ditemukan di pulau ini. Palupi *dkk.* (2019), melakukan penelitian tentang bakteri patogen penyebab penyakit *purple syndrome* pada karang *Fungia* di Pulau Hari Sulawesi Tenggara. Mereka berhasil mengisolasi 5 isolat bakteri yang berasosiasi dengan karang yang terinfeksi penyakit *purple syndrome*. Sementara itu, penelitian terkait bakteri asosiasi karang sehat *Fungia* di Pulau Hari masih jarang dilakukan. Padahal, asosiasi antara karang sehat dengan bakteri berperan penting dalam mendukung adaptasi karang terhadap stres lingkungan seperti pemanasan global. Oleh karena itu, karakterisasi bakteri yang berasosiasi dengan karang sehat *Fungia* di Pulau Hari sangat penting dilakukan sebagai langkah awal untuk pengembangan potensi bioteknologi bakteri karang kedepan.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan sampel penelitian ini bertempat di pulau Hari Sulawesi Tenggara (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Analisis mikrobiologi yang terdiri dari isolasi, purifikasi, dan karakterisasi bakteri dilakukan di laboratorium Pengujian, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unoversitas Halu Oleo Kendari dan Stasiun Karantina Ikan,

Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kendari.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu alat dan bahan yang digunakan di lapangan dan alat dan bahan yang digunakan di laboratorium. Alat dan bahan di lapangan terdiri atas alat selam SCUBA, GPS, *cool box*, es batu, alat tulis, kertas label, dan plastik sampel. Alat dan bahan di laboratorium terdiri atas timbangan analitik, gelas ukur, labu erlenmeyer, hot plate, magnetic stirrer, autoklaf, bunsen burner, cawan petri, mortar dan pastel, tabung reaksi, mikropipet, spider, jarum ose, pipet ukur, alat tulis, kamera, karang *Fungia*, air laut steril, alkohol 70%, spiritus, kapas, kasa, aluminium foil, plastik wrap, dan tisu, dan media agar zobell 2216E.

Prosedur Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel karang *Fungia* dilakukan dengan alat bantu selam SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Aparatus). Sampel karang diambil menggunakan metode koleksi bebas dengan mengambil individu karang yang berukuran kecil (<5 cm). Sampel karang *Fungia* diambil sebanyak 1 individu pada kedalaman 5 meter dengan kondisi perairan memiliki kecerahan 100%, sedimentasi yang terjadi sangat rendah, dan keberadaan karang *Fungia* sangat melimpah. Sampel karang yang telah diambil dimasukkan ke dalam plastik sampel dan disimpan ke dalam *cool box* yang berisi es batu. Hal ini bertujuan agar sampel karang tidak mudah rusak atau stress.

2. Analisis Mikrobiologi

a. Sterilisasi

Sterilisasi alat dan bahan menggunakan autoklaf. Sterilisasi menggunakan autoklaf adalah salah satu metode sterilisasi yang paling umum digunakan dalam penelitian mikrobiologi untuk mensterilkan alat dan bahan yang tahan terhadap suhu (Istini, 2020). Autoklaf bekerja dengan cara menggunakan uap panas bertekanan tinggi untuk membunuh

mikroorganisme, termasuk bakteri, spora, virus, dan jamur, sehingga alat dan bahan yang disterilkan dapat digunakan dengan aman dalam penelitian mikrobiologi.

b. Pembuatan Media

Media yang digunakan pada penelitian ini adalah media agar dan media cair Zobell 2216E (Prayitno, 2018). Media disterilkan terlebih dahulu menggunakan autoklaf dengan suhu 121 °C dan tekanan 1 atm selama 30 menit. Selanjutnya, media dibiarkan sejenak sebelum dituang ke dalam cawan petri steril untuk digunakan.

c. Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan cara mengambil sampel karang berukuran 2 cm lalu digerus menggunakan alat mortar dan pastel. Selanjutnya, diambil sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi air laut steril sebanyak 5 mL sehingga diperoleh seri pengenceran 10^0 . Dari seri pengenceran 10^0 diambil 0,5 mL sampel dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi media cair sebanyak 5 mL dan diperoleh serial pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Kemudian, 3 seri pengenceran terakhir yaitu 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} diambil sebanyak 50 μ L dan ditumbuhkan pada media agar dengan menggunakan metode sebar (Rahman dkk., 2022).

d. Karakterisasi Morfologi dan Uji Biokimia Bakteri

Karakterisasi morfologi bakteri dilakukan dengan melakukan pengamatan secara visual terhadap setiap koloni bakteri dengan memperhatikan karakter warna, tekstur, dan bentuk koloni bakteri, sedangkan karakterisasi fisiologi bakteri dilakukan melalui uji biokimia dengan beberapa parameter uji diantaranya uji

pewarnaan gram, katalase, oksidase, indol, oksidasi, TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), gelatin, fermentasi karbohidrat, arginin, *lysine decarboxylase*, *methyl red* (MR), *voges-proskueur* (VP), sitrat, urea, dan nitrat (Sulistiyono dan Mutiara, 2023; Sapitri dan Afrinasari, 2019; Raharja dkk., 2023)

e. Identifikasi Bakteri

Identifikasi genus bakteri dilakukan dengan menggunakan software ABIS software ABIS (*Automatic Bacterial Identification System*).

f. Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji biokimia dianalisis secara deskriptif untuk mengidentifikasi bakteri berdasarkan sifat metabolisme. Hasil uji dibandingkan dengan referensi dari literatur untuk menentukan kemungkinan genus bakteri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Karakterisasi Morfologi Bakteri

Penelitian ini diawali dengan melakukan isolasi bakteri yang berasosiasi dengan karang Fungia dari Pulau Hari. Sampel karang Fungia diisolasi dengan membersihkan permukaan karang terlebih dahulu dengan menggunakan air laut steril kemudian sampel dihancurkan menggunakan mortar dan pastel sehingga bakteri baik yang berada di permukaan maupun di dalam karang Fungia dapat keluar atau terlepas. Selanjutnya, dilakukan pengenceran bertingkat dengan seri pengenceran 10^0 sampai 10^{-5} . Berdasarkan isolasi yang dilakukan, diperoleh empat jenis isolat bakteri yang berasosiasi dengan karang Fungia di Pulau Hari yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Morfologi Koloni Bakteri Karang Fungia

No.	Kode Isolat	Warna	Bentuk	Elevasi
1.	FHS-1	Putih	Circular	Flat
2.	FHS-2	Putih	Circular	Flat
3.	FHS-3	Putih susu	Circular	Umbonate
4.	FHS-4	Putih	Circular	Flat

Keterangan: F (Fungia), H (Hari), S (Sehat)

Hasil penelitian seperti yang dilihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat empat jenis isolat bakteri dengan kode FHS-1, FHS-2, FHS-3, dan FHS-4. Keempat isolat bakteri tersebut memiliki karakter morfologi yang hampir sama secara keseluruhan, dimana hanya isolat bakteri dengan kode FHS-3 yang memiliki karakter berbeda yaitu berwarna putih susu dan memiliki elevasi umbonate. Berdasarkan pewarnaan gram, diketahui bahwa keempat isolat bakteri tersebut termasuk ke dalam kelompok bakteri gram positif. Bakteri gram positif adalah kelompok bakteri yang tampak berwarna ungu karena memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soni *dkk.* (2024), bahwa bakteri gram positif merupakan golongan bakteri yang berwarna ungu kebiruan karena lapisan peptidoglikannya yang tebal dapat menahan

kristal violet dan yodium sehingga mampu mencegahnya tercuci.

Karakterisasi Fisiologi Bakteri melalui Uji Biokimia

Uji biokimia merupakan salah satu cara untuk melakukan identifikasi bakteri. Uji biokimia biasanya digunakan untuk mengetahui sifat metabolisme bakteri hasil isolasi secara spesifik, seperti kemampuan untuk memfermentasi karbohidrat, menghasilkan gas, atau memecah senyawa tertentu (Rifai, 2021). Sifat metabolisme bakteri dapat diketahui melalui pengamatan terhadap interaksi senyawa yang dihasilkan dengan pereaksi kimia dan kemampuannya menggunakan senyawa tersebut sebagai sumber karbon dan energi (Ramadan *dkk.*, 2024) Hasil karakterisasi identifikasi bakteri melalui uji biokimia dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Biokimia Bakteri Karang Fungia

No.	Jenis Uji	Kode Isolat Bakteri			
		FHS-1	FHS-2	FHS-3	FHS-4
1.	Katalase	+	-	+	+
2.	Oksidase	-	-	+	-
3.	Indol	-	-	-	-
4.	TSIA	A/A	A/A	A/A	A/A
5.	Gelatin	+	-	-	-
6.	Decarboxylase	-	-	-	-
7.	Arginine Hydrolysis	+	+	+	+
8.	Lysine decarboxylase	-	-	-	-
9.	MR	+	-	+	+
10.	VP	-	-	-	-
11.	Fermentasi gula:				
	a. Glukosa	+	+	+	+
	b. Sukrosa	+	-	+	+
	c. D-Xylosa	-	-	+	+
	d. Laktosa	+	+	+	+
	e. Trehalosa	-	-	-	-
	f. D-Mannitol	-	-	+	+
	g. L-Arabinosa	+	-	-	-
	h. Salicin	-	-	-	+
	i. Sorbitol	+	-	-	+
	j. Inositol	-	-	-	+
	k. Raffinosa	+	-	-	+
12.	Sitrat	+	-	-	-
13.	Urease	+	-	+	+
14.	Nitrat	-	+	-	+

Keterangan: TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*), MR (*Methyl Red*), VP (*Voges Proskauer*),

- (hasil negatif), + (hasil positif)

Uji katalase merupakan salah satu jenis uji biokimia untuk menentukan kemampuan bakteri dalam memproduksi enzim katalase, yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hanya isolat bakteri FHS-2 yang menunjukkan katalase negatif. Artinya, isolat bakteri FHS-2 tidak menghasilkan gelembung oksigen pada penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sapitri dan Afrinasari (2019), bahwa bakteri yang memiliki kemampuan menghasilkan gelembung oksigen pada penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2) adalah bakteri yang mampu memproduksi enzim katalase yang ditandai dengan hasil uji katalase positif.

Uji oksidase bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya enzim sitokrom oksidase pada bakteri, yang berperan dalam rantai transport elektron (Raharja *dkk.*, 2023). Hasil pada Tabel 2 menunjukkan hanya isolat bakteri FHS-3 yang merupakan oksidase positif sehingga dapat diketahui bahwa isolat bakteri FHS-1, FHS-2, dan FHS-4 tidak memiliki enzim sitokrom oksidase. Selanjutnya, uji indol dilakukan untuk menguji kemampuan bakteri dalam menguraikan triptofan menjadi indol menggunakan enzim triptofanase, dimana hasil positif ditandai dengan munculnya warna merah setelah penambahan reagen kovacs. Hasil pada Tabel 2 menunjukkan semua isolat bakteri tidak mampu menguraikan triptofan. Hal ini didukung oleh pernyataan Nuryanti *dkk.* (2021), bahwa bakteri yang mampu memecah asam amino triptofan setelah ditetesi dengan reagen kovacs maka bakteri tersebut bernilai indol positif.

Uji TSIA bertujuan untuk mendeteksi kemampuan bakteri dalam memfermentasi karbohidrat (glukosa, sukrosa, laktosa) dan menghasilkan gas atau hidrogen sulfida (H_2S). Hasil A/A pada semua isolat bakteri yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat diketahui

semua isolat bakteri yang dilakukan uji TSIA mampu menghasilkan endapan hitam yang berarti terjadi fermentasi karbohidrat yang menghasilkan hidrogen sulfida. Ulfa *dkk.* (2016), menyatakan jika hasil uji menunjukkan B/A (lereng berwarna kuning, dasar berwarna merah), hal ini berarti bakteri hanya dapat memfermentasi sebagian karbohidrat. Hasil uji A/A berarti bakteri dapat memfermentasi semua jenis karbohidrat, sedangkan hasil B/B berarti bakteri uji tidak dapat memfermentasi semua jenis karbohidrat.

Uji gelatin bertujuan untuk mendeteksi kemampuan bakteri dalam menghidrolisis gelatin menggunakan enzim gelatinase. Menurut Nuryanti *dkk.* (2021), adanya enzim gelatinase menandakan aktivitas bakteri mencerna protein dan jika media tetap cair setelah pendinginan, maka hasilnya positif. Data yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan hanya isolat FHS-1 yang bernilai positif sedangkan isolat bakteri lainnya menunjukkan hasil negatif. Uji MR dilakukan untuk mendeteksi produksi asam selama fermentasi glukosa, yang dapat menurunkan pH media. Hasil yang diperoleh hanya isolat bakteri FHS-2 yang menunjukkan reaksi negatif, artinya isolat bakteri FHS-2 tidak mampu memproduksi asam dari fermentasi glukosa sehingga tidak terjadi penurunan nilai pH sedangkan pada hasil uji VP semua isolat menunjukkan reaksi negatif yang artinya seluruh isolat tidak mampu menghasilkan asetoin (Ramadan *dkk.*, 2024).

Uji fermentasi gula dilakukan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam memfermentasi berbagai jenis gula menjadi asam atau gas. Hasil uji pada Tabel 2 terlihat bahwa semua isolat menunjukkan reaksi positif terhadap uji glukosa dan sukrosa. Uji glukosa dan sukrosa positif ditandai dengan perubahan warna media menjadi kuning (asam) atau terjadinya gas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sapitri dan Afrinasari (2019), dimana hasil positif yang

diperoleh dari uji gula-gula seperti glukosa dan sukrosa ditandai dengan terjadinya perubahan warna pada media dari hijau menjadi kuning. Pada uji sitrat, hanya isolat bakteri FHS-1 yang bereaksi positif yang ditandai dengan warna media berubah menjadi biru. Hal ini menandakan isolat tersebut mampu menggunakan sitrat sebagai sumber karbon ((Ramadan *dkk.*, 2024).

Uji urease bertujuan untuk mengetahui kemampuan mikroorganisme dalam menghidrolisis urea menjadi amonia dan CO₂ dengan bantuan enzim urease. Reaksi positif pada uji urease yang dilakukan terhadap empat isolat bakteri pada penelitian ini hanya isolat bakteri FHS-2 yang menunjukkan reaksi negatif, dimana isolat tersebut tidak mampu

menghidrolisis urea yang ditandai dengan warna media tetap berwarna kuning (Sulistiyono dan Mutiara, 2023). Selanjutnya uji nitrat bertujuan untuk melihat kemampuan mikroorganisme dalam mereduksi nitrat menjadi nitrit atau bentuk nitrogen lainnya.

Identifikasi Bakteri

Hasil karakterisasi bakteri melalui uji biokimia selanjutnya diidentifikasi dengan bantuan software ABIS. Software ABIS adalah alat yang sangat berguna dalam proses identifikasi bakteri secara otomatis berdasarkan data biokimia atau profil fisiologis yang diperoleh dari uji laboratorium. Hasil identifikasi bakteri Bakteri Karang Fungia menggunakan Software ABIS dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 4. Hasil Identifikasi Bakteri Karang Fungia menggunakan Software ABIS

No.	Kode Isolat Bakteri	Genus Bakteri	Spesies Bakteri	Kemiripan (%)
1.	FHS-1	Bacillus	<i>Bacillus megaterium</i>	86
2.	FHS-2	Streptococcus	<i>Streptococcus phocae</i>	94
3.	FHS-3	Aerococcus	<i>Aerococcus viridans</i>	99
4.	FHS-4	Bacillus	<i>Bacillus lentus</i>	87

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan, terdapat tiga genus bakteri yang berasosiasi dengan karang Fungia di pulau Hari, yaitu Bacillus (FHS-1 dan FHS-4), Streptococcus (FHS-2), dan Aerococcus (FHS-3). Adapun spesies bakteri yang diduga dari genus Bacillus adalah *B. megaterium* dan *B. lentus* dengan persentase kemiripan secara berturut-turut adalah 86% dan 87%, spesies bakteri yang diduga dari genus Streptococcus adalah *S. pocae* dengan persentase kemiripan sebesar 94%, dan spesies bakteri yang diduga merupakan genus Aerococcus adalah *A. viridans* dengan persentase kemiripan sebesar 99%. Karakter biokimia dari bakteri genus Bacillus diantaranya tergolong bakteri gram positif, reaksi isolat terhadap uji katalase dan oksidase positif, dan reaksi isolat terhadap uji indol negatif (Karunia *dkk.*, 2021). Karakter biokimia tersebut memiliki kesamaan dengan hasil uji biokimia isolat bakteri FHS-1 dan FHS-4, dimana isolat masuk ke dalam kelompok bakteri gram positif, reaksi terhadap

uji katalase positif, dan reaksi terhadap uji oksidase dan indol negatif. Berdasarkan hal tersebut, maka patut diduga bahwa isolat bakteri FHS-1 dan FHS-4 merupakan bakteri genus Bacillus.

Karakter biokimia bakteri genus Streptococcus menurut Suardana *dkk.* (2021), antara lain tergolong ke dalam kelompok bakteri gram positif dan reaksi terhadap uji katalase negatif. Karakter ini memiliki kemiripan dengan hasil uji biokimia isolat bakteri FHS-2, dimana isolat bakteri merupakan gram negatif dan reaksi terhadap uji katalase negatif. Berdasarkan hasil tersebut maka isolat bakteri FHS-2 dapat diasumsikan sebagai bakteri genus Streptococcus. Selanjutnya, pada isolat bakteri FHS-3 memiliki karakter uji biokimia antara lain termasuk ke dalam bakteri gram positif, reaksi terhadap uji katalase dan oksidase negatif.

KESIMPULAN

Kelompok bakteri yang berasosiasi dengan karang Fungia dari Pulau Hari diduga

merupakan bakteri genus *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Aerococcus*. Untuk mengetahui keakuratan/kepastian genus maupun spesies dari setiap isolat tersebut, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut ke tahap uji molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Holderman, M. V., De Queljoe, E., & Rondonuwu, S. B. 2017. Identifikasi Bakteri Pada Pegangan Eskalator Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 13-18.
- Istini, I. 2020. Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch Sebagai Salah Satu Kemasan Sterilisasi Peralatan Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 41-46.
- Karunia, E., Kurniatuhadi, R., & Hepi Yanti, A. 2021. Karakterisasi Bakteri *Bacillus* sp. (KODE NrLtF5) Yang Diisolasi dari Usus Cacing Nipah (*Namalycastis rhodochorde*). *Jurnal Protobiont*, 10(3), 69-73.
- Nugroho, B. S., & Dewi, S. N. 2024. Penilaian Kondisi Eksisting Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Perairan Karang Jeruk Kabupaten Tegal. *Jurnal Sosial Dan Sains*, 4(6), 520-534.
- Nuryanti, S., Fitriana, F., & Pratiwi, A. R. 2021. Karakterisasi Isolat Bakteri Penghasil Selulosa Dari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 13(1), 71-79.
- Palupi, R. D., Sadarun, B., & Sawonua, P. H. 2019. Identifikasi Bakteri Patogen Penyebab Penyakit Purple Syndrome pada Karang Fungia di Pulau Hari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 6(2), 198-209.
- Pollock, F. J., Lamb, J. B., Van De Water, J. A. J. M., Smith, H. A., Schaffelke, B., Willis, B. L., & Bourne, D. G. 2019. Reduced diversity and stability of coral-associated bacterial communities and suppressed immune function precedes disease onset in corals. *Royal Society Open Science*, 6(6), 1-16.
- Prayitno, D. I. 2018. Identifikasi Molekuler Berbasis 16s rDNA Bakteri Biopigmen yang Berasosiasi dengan *Anemon* Sp. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 1(1), 7-12.
- Raharja, H., Zubaidah, A., & Prasetyo, D. 2023. Biochemical analysis of candidate probiotic bacteria was isolated from the digestive tract of the Banana shrimp (*Penaeus merguensis*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(2), 158-162.
- Rahman, A., Rusmini, R., & Daryono, D. 2022. Isolasi Dan Karakterisasi Morfologi Bakteri Dekomposer Limbah Kulit Udang Dan Limbah Kelapa. *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 14(3), 120-129.
- Ramadan, A., Jordan, A., Ardhani, A. R., Monalita, R., Munardi, F. N., Syahdilla, A., Nuswantoro, A., & Triana, L. 2024. Identifikasi Bakteri Coliform pada Minuman Air Tahu dan Air Tebu yang Dijual di Wilayah Kota Pontianak. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 7(2), 149-156.
- Rifai, K. R. 2021. Uji Indole sebagai Kegiatan Penjaminan Mutu Tambahan pada Hasil Pengujian Coliform dalam Sampel Air Mineral. *Jurnal Teknologi Proses Dan Inovasi Industri*, 6(1), 1-6.
- Sapitri, A., & Afrinasari, I. 2019. Identifikasi Es *Cherichia Coli* Pada Cincau Yang Dijual Di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 2(2), 18-23.
- Saputri, R. A., Widyorini, N., & Purnomo, P. W. (2017). Identifikasi dan Kelimpahan Bakteri pada Jenis Karang *Acropora* Sp. di Reef Flat Terumbu Karang Pulau Panjang Jepara. *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(1), 35-39.
- Soni, J., Sinha, S., & Pandey, R. 2024. Understanding bacterial pathogenicity: a closer look at the journey of harmful microbes. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1-16.
- Suardana, I. W., Dinarini, N. M. A. A., & Sukrama, I. D. M. 2021. Identifikasi Spesies *Streptokokus* β -Hemolisis Hasil Isolasi dari Nasal dan Tonsil Babi dengan Uji Basitrasin. *Buletin Veteriner Udayana*, 47(21), 27-33.
- Sulistiyono, A., & Mutiara, E. 2023. Pengujian bakteri patogen pada ikan hias di Stasiun Karantina Ikan Pengendalian Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Palembang. *Sriwijaya Bioscientia*, 3(3), 1-9.
- Ulfa, A., Suarsini, E., & Muhdhar, M. H. I. 2016. Isolation and Mercury Sensitivity

Test of Bacterias Isolats from Waste Disposal in Gold Mining Area in West Sekotong of West Lombok Region:

Preliminary Study. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 793–799.