

## KEANEKARAGAMAN BAKTERI PADA RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*) DI PERAIRAN PANTAI AMAL

### *Bacteria Diversity In Seaweed (Kappaphycus alvarezii) In Amal Beach Waters*

Burhanuddin Ihsan<sup>1)</sup>, Yulma<sup>2)</sup>, Endah Retnaningrum<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Program Studi Akuakultur,

<sup>2)</sup> Staf Pengajar Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan  
Jl. Amal Lama No.1, Tarakan. Kalimantan Utara. 77123

<sup>3)</sup> Staf Pengajar Program Studi Biologi Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada  
Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Sinduadi, Melati, Kabupaten Sleman, DI. Yogyakarta 55281  
Email: [ihsan.borneo16@borneo.ac.id](mailto:ihsan.borneo16@borneo.ac.id)

Diserahkan tanggal 31 Januari 2022, Diterima tanggal 16 Juli 2022

#### ABSTRAK

Rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) merupakan komoditas penting perikanan yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi dan menjadi salah satu sumber devisa negara serta sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir. Selain itu rumput laut banyak digunakan sebagai bahan dasar industri makanan, farmasi dan energi. Namun produksi rumput laut kota Tarakan pada tahun 2019 mengalami penurunan dari 159.468 ton menjadi 152.76 ton. Salah satu yang menyebabkan terjadinya penurunan produksi rumput laut adalah serangan penyakit ice-ice yang disebabkan oleh bakteri. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui keanekaragaman bakteri yang terdapat pada rumput laut di perairan Pantai Amal Tarakan. Isolasi bakteri dilakukan dengan menggunakan metode *spread plat* pada media TCBS (*thiosulphate citrate bile salt sucrose*) dan TSA (*thiosulphate sucrosa agar*). Sampel rumput laut dihaluskan lalu diambil sebanyak 5 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media TCBS dan TSA. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C atau suhu ruangan selama 24 jam. Identifikasi bakteri dilakukan dengan mengacu pada buku *Bergey's Manual of Determinatif Bacteriology* dan *Manual For the Identification of Medical Bacteria* dengan melakukan uji biokimia yang meliputi; Uji Pewarnaan Gram, Test Oksidase, Katalase, O/F (Oksidasi/Fermentasi), glukosa, motility, Produksi asam dari karbohidrat (D-Glukosa dan D-mannitol), lysin, urea, ornithin dan *methyl red*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat Keanekaragaman bakteri pada rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) di perairan Pantai Amal Tarakan diantaranya *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Vibrio* yang berpotensi menyebabkan penyakit ice-ice. Rekomendasi: Perlu menjaga keseimbangan lingkungan dengan memperhatikan parameter kualitas air, agar rumput laut tidak stres, sebab infeksi bakteri bersifat sekunder.

**Kata kunci:** bakteri;identifikasi; rumput laut; Tarakan

#### ABSTRACT

*Seaweed (Kappaphycus alvarezii) is an important fishery commodities that has a high economic value and is a source of foreign exchange and a source of income for coastal communities. In addition, seaweed is widely used as a basic material for the food, pharmaceutical and energy industries. However, Tarakan's seaweed production in 2019 decreased from 159.468 tons to 152.576 tons. One of the causes of a decrease in seaweed production is the attack of ice-ice disease caused by bacteria. The purpose of this study was to determine the diversity of bacteria found in seaweed in the waters of Amal Beach, Tarakan. Bacterial isolation was carried out using TCBS (thiosulphate citrate bile salt sucrosa) and TSA (thiosulphate sucrosa agar) media. Seaweed samples were mashed and then taken as much as 5 grams and then put into a petri dish containing TCBS and TSA media. Then incubated at 37°C or room temperature for 24 hours. Identification of bacteria is carried out by referring to the book Bergey's Manual of Determinative Bacteriology and Manual For the Identification of Medical Bacteria by conducting biochemical tests which include; Gram stain test, oxidase test, catalase, O/F (Oxidation-Fermentation), glucose, motility, acid production from carbohydrates (D-glucose and D-mannitol), lysine, urea, ornithine and methyl red. The results showed that there was a diversity of bacteria in seaweed (Kappaphycus alvarezii) in the waters of the Tarakan Amal Coast including Corynebacterium, Acinetobacter, Bacillus, Pseudomonas and Vibrio which have the potential to cause ice-ice disease. Recommendation: It is necessary to maintain environmental balance by paying attention to water quality parameters, so that seaweed is not stressed, because bacterial infections are secondary.*

**Keywords:** bacteria; identification; seaweed; Tarakan

## PENDAHULUAN

Tarakan merupakan salah satu pulau yang terletak di kawasan Kalimantan bagian Utara yang berbatasan langsung dengan laut Sulawesi, memiliki potensi perikanan yang cukup tinggi salah satunya adalah rumput laut. Rumput laut merupakan komoditas penting perikanan yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta menjadi salah satu sumber devisa daerah dan sumber pendapatan bagi masyarakat pesisir. Selain itu rumput laut juga banyak digunakan sebagai bahan dasar industri makanan, farmasi dan energi (Fadilah *et al.*, 2016). Salah satu rumput laut yang dibudidayakan di kota Tarakan adalah jenis *Kappaphycus alvarezii*.

*Kappaphycus alvarezii* merupakan tumbuhan laut tingkat rendah atau makroalga yang memiliki kandungan karaginan yang tinggi serta banyak di budidayakan baik di dalam negeri maupun di luar negeri (Arrasmuthu dan Edward, 2018). Khusus di kota Tarakan budidaya Rumput laut mengalami peningkatan, menurut Dinas Kelautan dan Perikanan (2019), produksi rumput laut kota Tarakan pada tahun 2017 sebanyak 129.375 ton, tahun 2018 naik menjadi 159.468 ton. Namun, pada tahun 2019 produksi rumput laut mengalami penurunan menjadi 152.576 ton. Salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan produksi Rumput laut adalah serangan penyakit salah satunya adalah penyakit ice-ice Munculnya Penyakit ice-ice pada budidaya rumput laut disebabkan oleh ketidakseimbangan lingkungan, rumput laut dan bakteri oportunistis (Egan *et al.*, 2014). Ketidakseimbangan lingkungan menyebabkan rumput laut stres dan menurunnya tingkat kekebalan tubuh sehingga bakteri mudah menginfeksi dan menyebabkan penyakit ice-ice.

Bakteri merupakan mikroorganisme yang dapat memberikan kemanfaatan bagi kehidupan dan dapat memberikan kerugian diantaranya sebagai agen penyebab penyakit (Ihsan, 2021). Tantangan terbesar para petani Rumput laut dalam budidaya adalah kemunculan penyakit yang disebabkan oleh bakteri sehingga menyebabkan produksi Rumput laut sekitar 60-100% dan berdampak pada produksi karaginan (Maryunus, 2018). Bakteri yang sering menyerang budidaya rumput laut diantaranya; *Bacillus*, *pseudomonas*, *Alteromonas*, *Pseudoalteromonas*, *Aurantimonas* dan *Rhodococcus*, dari ke-enam genus tersebut ditemukan 3 spesies bakteri yang dikonfirmasi sebagai penyebab penyakit rumput laut melalui uji patogenitas (Syafitri *et al.*, 2017). Selain itu pada penelitian Erbabley dan Kelabora (2018) menemukan bahwa bakteri yang diidentifikasi dari rumput laut diantaranya; *Pseudomonas stutzeri*, *Aeromonas faecalis*, *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Actinobassilus* sp. Berdasarkan hal tersebut perlu penelitian tentang keanekaragaman bakteri pada rumput laut. tentang identifikasi bakteri pada rumput laut yang terinfeksi penyakit ice-ice. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui keanekaragaman bakteri pada rumput laut yang di budidayakan di perairan Pantai Amal Tarakan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan beberapa tahapan mulai dari pengambilan sampel, pengamatan dan pengukuran kualitas air serta isolasi dan identifikasi bakteri.

### Pengambilan Sampel

Sampel rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) diambil dari pembudidaya yang masih segar, kemudian dimasukkan kedalam plastik steril lalu disimpan dalam *cool box* yang berisi air es. kemudian di bawah ke laboratorium Nutrisi dan Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Borneo Tarakan untuk diisolasi dan identifikasi bakteri dilakukan di laboratorium Balai Karantina Ikan dan Keamanan Hasil Perikanan. Parameter pengukuran unsur hara antara lain nitrit, nitrat, dan fosfor serta pengukuran kualitas air meliputi DO, pH, Salinitas, kecerahan dan kecepatan arus.

### Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan menggunakan metode *spread plat* pada media TCBS (*thiosulphate citrate bile salt sucrosa*) dan TSA (*thiosulphate sucrosa agar*). Sampel rumput laut dihaluskan lalu diambil sebanyak 5 gram kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media TCBS dan TSA. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C atau suhu ruangan selama 24 jam. Kemudian dilakukan uji biokimia yang meliputi; Uji Pewarnaan Gram, Test Oksidase, Katalase, O/F (Oksidasi-Fermentasi), glukosa, TSI (*Triple Segar Iron Agar*), Indol, motility, Produksi asam dari karbohidrat (D-Glukosa dan D-mannitol), lysin, urea, ornithin dan *methil red* (Cowan and steel's. 1974).

### Identifikasi Bakteri

Karakterisasi bakteri dengan melakukan pengujian biokimia kemudian diidentifikasi dengan berpedoman pada buku *Bergey's Manual of Determinatif Bacteriology* (Holt, *et al.*, 1994) dan *Manual For the Identification of Medical Bacteria* (Cowan and steel's. 1974).

### Pengukuran Kualitas Air dan Unsur Hara

Pengukuran kualitas air seperti suhu (termometer), salinitas (*hendrefactometer*), pH (pH Meter), kecerahan (sechidisk) dan kecepatan arus (layang-layang arus) diukur secara langsung di perairan. Sedangkan pengukuran konsentrasi zat hara dengan mengambil air pada perairan kemudian di bawah ke laboratorium dengan mengikuti metode (Strickland dan Parsons, 1968) menggunakan Spektrofotometer Shimadzu UV-1201V dengan panjang gelombang 885 nm untuk fosfat, 543 nm untuk nitrit dan nitrat. Pipet 50 mL contoh uji secara duplo dan masukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer, tambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna merah muda, tambahkan tetes demi tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5N sampai warna hilang, tambahkan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan, masukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit (SNI-06.6989.31-2005).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Isolasi Bakteri Pada Rumput laut

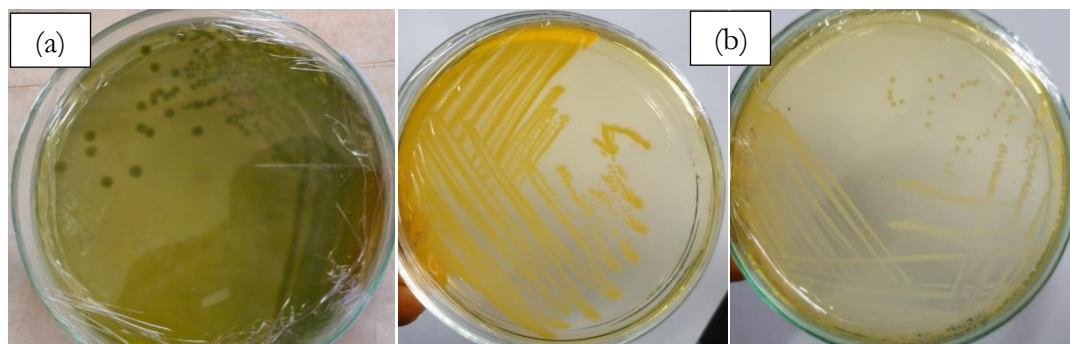
Hasil isolasi pada rumput laut didapatkan 9 isolat dengan morfologi koloni yang berbeda yang ditumbuhkan pada media universal TSA dan media spesifik TCBS. Pada media TSA terdapat 7 isolat dan media TCBS terdapat 2 isolat dengan karakteristik koloni yang berbeda (Tabel 1).

Isolasi bakteri dengan menggunakan media selektif dilakukan untuk mengisolasi bakteri target/spesifik yang mengandung nutrisi dan kadar air terhadap pertumbuhan bakteri target. Sesuai dengan pendapat (Bonnet *et al.*, 2019) yang menyatakan bahwa media selektif mengandung unsur-unsur dasar medium kultur meliputi air dan nutrisi yang ditambahkan dengan faktor pertumbuhan spesifik serta inhibitor untuk bakteri target. Karakteristik koloni bakteri yang tumbuh pada media selektif TCBS warna koloni (hijau dan kuning), tepi koloni (*entire*), bentuk koloni (*circulair*) serta elevasi koloni (*low convex* dan *convex*). Sesuai dengan

penelitian Ihsan dan Retnaningrum (2017), menyatakan bahwa morfologi koloni yang tumbuh pada media TCBS, bentuk koloni *circular*, tepi koloni *entire* dan elevasi koloni; *effuse*, *low conver* dan *convex* serta warna koloni hijau, kuning dan oranye. Pada media TCBS menunjukkan koloni bakteri berwarna hijau dan kuning artinya bakteri mampu memfermentasi sukrosa sehingga warna koloni menjadi kuning. Sesuai dengan pendapat Ihsan (2021), menyatakan bahwa media yang berwarna kuning disebabkan oleh bakteri yang dapat menurunkan pH serta mampu memfermentasi sukrosa, sedangkan koloni yang berwarna hijau disebabkan karena bakteri tidak mampu memfermentasi sukrosa. Karakteristik koloni bakteri yang tumbuh pada media TSA memiliki ciri; warna koloni (kuning, oranye dan putih susu), tepi koloni, *entire*, bentuk koloni *circulair* serta elevasi *low covex* dan *convex*. Karakteristik koloni yang tumbuh pada media TCBS berwarna hijau dan berwarna kuning dan putih susu pada media TSA dengan pertumbuhan koloni setelah 24 jam dapat dilihat pada (Gambar 1).

**Tabel 1.** Karakteristik Koloni Bakteri

No	Kode	Media	Koloni			
			Warna	Tepi	Bentuk	Elevasi
1	PA 1	TSA	Kuning	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Low convex</i>
2	PA 2		Oranye	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Low convex</i>
3	PA 3		oranye	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Low convex</i>
4	PA 4		Putih susu	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Convex</i>
5	PA 5		Putih susu	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Convex</i>
6	PA 8		Putih susu	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Convex</i>
7	PA 6	TCBS	Kuning	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Convex</i>
8	PA 7		Hijau	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Convex</i>
9	PA 9		kuning	Rata/ <i>entire</i>	<i>Circulair</i>	<i>Convex</i>



**Gambar 1.** Pertumbuhan bakteri pada media (a) TCBS (B) TSA

### Uji Biokimia bakteri

Isolasi bakteri dari media TCBS dan TSA terdapat 9 isolat, namun yang di karakterisasi hanya 7 isolat, hal ini dilakukan karena 2 isolat pada media TCBS dan TSA mengalami kontaminasi diduga meja kerja tidak steril. Uji biokimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik bakteri. Hasil isolasi bakteri kemudian di karakterisasi diantaranya; Uji Gram (KOH 3%), Test Oksidase, Katalase, glukosa, motility, Produksi asam dari beberapa karbohidrat (sukrosa, glukosa, dan maltosa), Ornithin, Lysin, Urea, Arginin, dan *Methyl Red*.

Hasil karakterisasi uji biokimia pada rumput laut terdapat karakteristik yang beragam (Tabel 2). Uji katalase bersifat positif pada semua isolat dengan adanya gas atau gelembung udara, hal tersebut terjadi karena adanya enzim katalase pada bakteri yang mampu mengubah H<sub>2</sub>O menjadi oksigen. Uji oksidase isolat bakteri menunjukkan sifat positif pada isolat (PA 2, PA 3 dan PA 9) dengan terjadinya perubahan warna pada kertas *Oxidase Test Strip* menjadi warna biru violet, perubahan warna yang terjadi disebabkan sitokrom oksidase mengoksidasi *aminodimetilanilin oksalat*. Isolat (PA 1, 4, 5 dan 8) bersifat negatif artinya sitokrom oksidase tidak mampu mengoksidasi *aminodimetilanilin oksalat*. Uji glukosa dan

maltosa bersifat positif artinya semua isolat bakteri mampu memfermentasi glukosa, sehingga terjadi perubahan warna. Uji motilitas bersifat positif artinya isolat bakteri mampu bergerak sehingga pada media terlihat penyebarannya, salah satu yang membuat bakteri dapat bergerak karena adanya flagela. Uji

*methyl red* dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri yang mampu memproduksi asam organik hasil metabolisme glukosa. Uji *methyl red* bersifat negatif artinya semua isolat tidak mampu memfermentasi glukosa menjadi asam.

**Tabel 2.** Hasil Uji Biokimia

No	Karakter	Ciri/Karakteristik	Isolat						
			PA 1	PA 2	PA 3	PA 4	PA 5	PA 8	PA 9
1	Circular	Morfologi	+	+	+	+	+	+	+
2	Entire		+	+	+	+	+	+	+
3	Conver		-	-	-	+	+	+	+
4	Warna kuning		+	-	-	-	-	-	-
5	Warna orange		-	+	+	-	-	-	-
6	Warna putih susu		-	-	-	+	+	+	-
1	Uji gram (KOH 3%)	Kimiawi	+	+	+	+	-	+	+
2	Katalase (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )		+	+	+	+	+	+	+
3	Oksidase		-	+	+	-	-	-	+
4	glukosa		+	+	+	+	+	+	+
5	Ornithin		-	-	-	+	-	-	-
6	Lysin		-	-	-	-	-	-	-
7	Motiliti		+	+	+	+	+	+	+
8	Urea		-	-	-	+	+	+	-
9	Arginin		+	+	+	+	+	+	+
10	<i>Methyl Red</i>		-	-	-	-	-	-	-
11	Maltosa		+	+	+	+	+	+	+
			<i>Corynebacterium</i>	<i>Acinetobacter</i>	<i>Acinetobacter</i>	<i>Bacillus</i>	<i>pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Vibrio</i>

*Manual For the Identification of Medical Bacteria* (cowan and steel's. 1974) dan *Bergey's manual of determinatif Bacteriology* (holt et al., 1994)

**Identifikasi bakteri**

Hasil karakterisasi isolat bakteri terdapat 5 bakteri yang menginfeksi rumput laut diantaranya; *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *pseudomonas* dan *Vibrio*. Pada penelitian (Erbabley dan Kelabora, 2018) juga mengidentifikasi bakteri pada rumput laut, menemukan bakteri *Pseudomonas stutzeri*, *Aeromonas faecalis*, *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Actinobassilus* sp. Selain itu pada penelitian (Ahmad et al., 2016) mengidentifikasi bakteri pada rumput laut yang dilakukan di Bulukumba juga mendapatkan bakteri *Vibrio*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Arthrobacter* dan *Ochrobactrum*. Dari beberapa penelitian tersebut memiliki kemiripan bakteri yang ditemukan pada rumput laut diantaranya *Vibrio*, *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Ketiga bakteri ini merupakan bakteri yang sering ditemukan di perairan seperti halnya pada penelitian (Rahmaningsih et al., 2012) mendapatkan 7 bakteri dan 3 diantaranya adalah bakteri *Vibrio*, *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Selain itu pada penelitian (Yulma et al., 2018) mendapatkan beberapa bakteri diantaranya *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Bakteri *Vibrio*, *Pseudomonas* dan *Bacillus* merupakan bakteri patogen oportunistik, sehingga berpeluang menyebabkan penyakit pada rumput laut salah satunya adalah penyakit ice-ice.

**Pengukuran Kualitas Air**

Pertumbuhan rumput laut sangat berpengaruh terhadap kualitas air, termasuk bakteri yang bersimbiosis

padanya baik simbiosis parasitisme maupun mutualisme. Hasil pengukuran kualitas air pada perairan pantai amal masih sesuai dengan pertumbuhan rumput laut. Selain itu parameter kualitas air juga mendukung pertumbuhan bakteri, oleh karena itu bakteri juga tumbuh dengan baik (Tabel 3).

**Tabel 3.** Parameter Kualitas Air dan Unsur Hara

No	Kualitas Air	Nilai	Standar
1	Suhu	30°C	20-30°C (Kamla, 2011)
2	Kecerahan	45 m	> 45 (Ditjenkanbud, 2006)
3	Salinitas	29 ppt	28-35 ppt (Kamla, 2011)
4	pH	8,6	7-8,5 (WWF, 2014)
5	Fosfat	0,06 mg/L	0,1-0,2 (Kamla, 2011)
6	Nitrat (NO <sub>3</sub> )	0,13 mg/L	0,01-0,7 (Kamla, 2011)
7	Nitrit (NO <sub>2</sub> )	0,013 mg/L	0,13 mg/L (KEPMEN LH No.51, 2004)

Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kehadiran bakteri karena interaksi yang terjadi sangat dinamis. Selain itu proses fisiologis rumput laut juga berpengaruh terhadap lingkungan karena setiap perubahan lingkungan yang terjadi secara ekstrem akan mempengaruhi pertumbuhan rumput laut dan dapat meningkatkan kehadiran bakteri sehingga berpengaruh terhadap turunnya tingkat imunitas rumput laut. Sesuai dengan penelitian (Fitrian, 2015) yang mengatakan bahwa perubahan lingkungan yang ekstrim dapat menyebabkan stress dan berpengaruh terhadap tingkat kesehatan rumput laut.

Pada penelitian ini ditemukan 5 bakteri yang terdapat pada rumput laut *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *pseudomonas* dan *Vibrio* yang pertumbuhannya sesuai dengan pengukuran kualitas air suhu 30°C, salinitas 29 ppt dan pH 8,6. Selain kualitas air unsur hara juga dapat mempengaruhi pertumbuhan rumput laut seperti nitri, nitrat fosfor dan nitrogen termasuk bakteri. Oleh karena itu hubungan kualitas air dan unsur hara pada rumput laut berpotensi pada timbulnya penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang bersimbiosis padan rumput laut.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat Keanekaragaman bakteri pada rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) di perairan Pantai Amal Tarakan diantaranya *Corynebacterium*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas* dan *Vibrio* yang berpotensi menyebabkan penyakit ice-ice.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Universitas Borneo Tarakan yang telah memberikan bantuan melalui dana DIPA UBT. Mahasiswa Nurlina dan Rully Fadliansyah yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan pengurusan administrasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, M., Alimuddin, A., Widyastuti, U., Sukenda, S., Suryanti, E., dan Harris, E. (2016). "Molecular identification of new bacterial causative agent of ice-ice disease on seaweed *Kappaphycus alvarezii*". *PeerJ Preprints*. doi:10.7287/peerj.preprints.2016v1.
- Arrasmuthu, A., Edward, J. K. P. (2018). "Occurrence of Ice-ice disease in seaweed *Kappaphycus alvarezii* at Gulf of Mannar and Palk Bay, Southeastern India". *Indian Journal of Geo Marine Sciences* Vol. 47 (06): 1208-1216.
- Bonnet, M., Lagier, J. C., Raoult, D., dan Khelaiifia, S. (2019). "Bacterial culture through selective and non-selective conditions: the evolution of culture media in clinical microbiology". *New Microbes New Infect*, Vol 34 (c). 100622. doi:10.1016/j.nmni.2019.100622
- Cowan dan Steel's. (1974). *Manual For the Identification of Medical Bacteria*. (Second Edition). London. Cambridge University Press.
- Ditjenkanbud, 2006. *Profil Rumput Laut Indonesia* Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Perikanan dan Kelautan, Jakarta. DKP. RI, Dikjenkanbud. Jakarta. Hal 11.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. (2019). *Data Produksi Perikanan Provinsi Kalimantan Utara*. Bulungan.
- Egan, S., Fernandes, N. D., Kumar, V., Gardiner, M., & Thomas, T. (2014). "Bacterial pathogens, virulence mechanism and host defence in marine macroalgae". *Environ Microbiol*, 16(4), 925-938. doi:10.1111/14622920.12288.
- Erbabley, Nally, Y.G.F., Kelabora, D.M. (2018). Identifikasi Bakteri Rumput laut *Kappaphycus alvarezii* Berdasarkan Musim Tanam di Perairan Maluku Tenggara. *Jurnal Akuatika Indonesia*. 3 (1) Hal 19-25.
- Fadilah S., Alimuddin, Pong-Masak, P. R., Santoso, J., Parenrengi, A. (2016). "Growth, Morphology and Growth Related Hormone Level in *Kappaphycus alvarezii* Produced by Mass Selection in Gorontalo Waters, Indonesia". *Aquaculture Report*. Vol 6: 49-55.
- Fitrian, T. (2015). "Hama Penyakit (Ice-Ice) Pada Budidaya Rumput laut Studi Kasus: Maluku Tenggara". *Oseana*, Vol XL (4) : 1-10.
- Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. Sans Taghe.
- Ihsan B. (2021). Identifikasi bakteri patogen (*Vibrio* spp. dan *Salmonella* spp.) yang mengontaminasi ikan layang dan bandeng di pasar tradisional. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 24 (1): 89-96.
- Ihsan. B. (2021). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Insan Cendikia Mandiri. Solok. Hal 35.
- Ihsan B. Retnaningrum E. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Vibrio* sp. Pada Kerang Kapah (*Meritrix meritrix*) di Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Harpodon Borneo*. Vol 10(1):23-27.
- Kamla, Y. (2011). Produksi, pertumbuhan dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Disertasi program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin*. Makassar. Hal 59.
- Maryunus R.P. (2018). "Ice-Ice Disease Control Of Seaweed Cultivation, *Kappaphycus alvarezii*: The Correlation Of Season And Limited Environmental Manipulation". *J.Kebijak.Perikan.Ind*. Vol.10 (1):2.
- Rahmaningsih, S., Wilis, S. Achmad Mulyana. (2012). Bakteri Patogen Dari Perairan Pantai Dan Kawasan Tambak Di Kecamatan Jenu Kabupaten Tuban. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Dan Lingkungan Hidup (Ekologia)*. Vol. 12 (1):1-5.
- SNI 06-6989.31-2005. Air dan air limbah – Bagian 31 : Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. (1968) *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Bulletin of Fisheries Research Board of Canada, 167, 1-311.
- Syafitri, E., Prayitno, S. B., Ma'ruf, W. F., dan Radjasa, O. K. (2017). "Genetic diversity of the causative agent of ice-ice disease of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* from Karimunjawa island, Indonesia" *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 55 (2017).
- Wenno, P.A. 2014. Pertumbuhan dan Kandungan Pigmen dari Rumput Laut Merah *Kappaphycus alvarezii*, Hasil Budidaya di Perairan Dengan Kedalaman Berbeda. *Jurnal TRITON*. 10 (2) :71-77.
- WWF. 2014. Budidaya Rumput Laut Kotoni (*Kappaphycus alvarezii*), Sacol (*Kappaphycus striatum*), dan Spinosum (*Eucheuma denticulatum*). WWF-Indonesia. Jakarta.
- Yulma., Ihsan B., Rafika A. (2018). Keanekaragaman Bakteri Pada Perairan Di Kawasan Konservasi Mangrove Dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Jurnal Borneo Saintek*. Vol. 1 (3) : 55-62.