

LAPORAN AKHIR PENELITIAN
PNBP FAKULTAS TEKNIK



JUDUL PENELITIAN
ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MIKROBA PADA HABITAT EKSTRIM
DI SULAWESI SELATAN

TIM PENGUSUL

INDRAYANI, S.Pi, M.Biotech.Stu, Ph.D (NIDN : 0023127404)

DR. SUBARI YANTO, M.Si (NIDN :0027076505)

AMIRUDDIN HAMBALI, S.TP, M.Si (NIDN : 0909088504)

Dibiayai oleh:

DIPA Universitas Negeri Makassar Nomor SP DIPA-023.17.2.677523/2021,
tanggal 23 November 2020

Sesuai Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Makassar Nomor
513/UN36/HK/2021, tanggal 29 April 2021

UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
NOVEMBER 2021

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian: Isolasi dan Identifikasi Mikroba Pada Habitat Ekstrim Di Sulawesi Selatan

Ketua Peneliti:

a. Nama Lengkap : Indrayani, S.Pi, M.Biotech.Stu, Ph.D
b. NIP/NIDN : 197412232001122001/0023127404
c. Jabatan Fungsional : Lektor
d. Program Studi : Pendidikan Terknologi Pertanian
e. Nomor HP : 087840311101 / 082188629424
f. Alamat surel (e-mail) : indrayani@unm.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Dr. Subari Yanto, M.Si
b. NIP/NIDN : 00270776505
c. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Makassar

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Amiruddin Hambali, S.TP, M.Si
b. NIP/NIDN : 0909088504
c. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Makassar

Lama Penelitian : 1 Tahun

Biaya Penelitian Yang Diusulkan: Rp. 15.000.000

Jumlah Mahasiswa Yang Dilibatkan: 2 Orang

Makassar, 23-November-2021

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. H. Muhammad Yahya, M.Kes, M. Eng
NIP 19630623199103 1 002

Ketua Peneliti,

Indrayani, S.Pi, M.Biotech.Stu, Ph.D
NIP 19731223 200112 2 001

Menyetujui,

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Negeri Makassar



Prof. Dr. Ir. H. Bakhrani A. Rauf, M.T.
NIP 19611016 198803 1 006

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. Judul Penelitian : Isolasi dan Identifikasi Mikroba Pada Habitat Ekstrim Di Sulawesi Selatan
2. Tim Peneliti :

No	Nama	Jabatan	Bidang keahlian	Instansi Asal	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.	Indrayani, S.Pi, M.Biotech.Stu , Ph.D	Ketua	Bioteknologi Perikanan/Mikroal ga	UNM	20
2.	Dr. Subari Yanto, M.Si	Anggota	Lingkungan Pesisir dan Lautan	UNM	10
3.	Amiruddin Hambali	Anggota	Teknologi Pangan	UNM	10

3. Mahasiswa yang dilibatkan

No	Nama	NIM	Prodi	Uraian tugas	Alokasi waktu (jam/minggu)
1	Nur Zakiyah Ramadani	1827042015	PTP	-Membantu Pengambilan Sampel - Membantu Pembuatan Media Kultur Mikroba - Membantu isolasi dan kultur mikroba - Membantu identifikasi	10
2	Ahriani Eka	1827042005	PTP	-Membantu	10

	Fitri			Pengambilan sampel - Pembuatan media kultur mikroba - Isolasi dan kultur - Identifikasi mikroa	
--	-------	--	--	---	--

4. Objek Penelitian : Mikroorganisme (mikroalga dan bakteri) yang hidup pada habitat ekstrim (hot spring dan tambak garam) di Sulawesi Selatan

5. Masa Pelaksanaan :

Mulai : Bulan Mei tahun : 2021

Berakhir : Bulan November tahun : 2021

6. Usulan Biaya : PNBP Universitas Negeri Makassar

: Rp. 15.000.000.

7. Lokasi Penelitian : Sinjai dan Jeneponto

8. Instansi lain yang terlibat: -

9. Temuan yang ditargetkan : 1). Akan diperoleh isolate mikroalga dan bakteri yang hidup pada habitat ekstrim yang selanjutnya akan disimpan dan dipelihara sebagai koleksi mikroba pada Prodi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar yang akan diteliti lebih lanjut untuk dikembangkan sesuai road map penelitian “pengembangan spesies lokal mikroalga/bakteri untuk aplikasi komersial/industri”. 2). Publikasi pada jurnal nasional/internasional bereputasi. 3). HKI

10. Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu : Penelitian tentang mikroba yang hidup pada habitat ekstrim masih sangat kurang dilakukan bahkan belum dilakukan di Sulawesi Selatan. Penelitian ini merupakan bagian dari road map penelitian pengembangan spesies/strain lokal mikroalga/bakteri untuk aplikasi komersial khususnya untuk produksi high value products untuk pharmaceuticals dan nutraceuticals.

11. Jurnal ilmiah yang menjadi sasaran : Jurnal Nasional/Internasional Bereputasi (JSIPi/Biodiversitas)

12. Rencana luaran HKI : hak cipta

RINGKASAN

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MIKROBA PADA HABITAT EKSTRIM DI SULAWESI SELATAN. Indrayani, Subari Yanto, Amiruddin Hambali. 2021.

Mikroorganisme/mikroba merupakan organisme yang dapat ditemukan pada hampir semua habitat perairan tidak terkecuali pada habitat ekstrim yang memiliki kondisi lingkungan fisika/kimia di atas ambang batas normal untuk mendukung kehidupan sebagian besar organisme. Yang termasuk habitat ekstrim diantaranya adalah habitat dengan suhu dan pH yang sangat tinggi atau rendah serta lingkungan dengan tekanan/radiasi/salinitas/bahan pencemar yang sangat tinggi. Organisme yang hidup pada lingkungan yang ekstrim disebut sebagai extremophiles yang mana mikroorganisme yang paling banyak ditemukan pada habitat ekstrim adalah mikroalga dan bakteri.

Mikroorganisme extremophiles merupakan kelompok organisme yang belum banyak dieksplorasi padahal peranannya sangat penting tidak saja secara ekologi tetapi juga dalam penelitian bioteknologi dan aplikasi industri. Enzim Thermostable DNA polymerases yang digunakan dalam polymerase chain reactions (PCR) merupakan contoh aplikasi industri dari enzim yang tetap stabil pada suhu tinggi. Thermophiles seperti *Thermus aquaticus* (Taq), *Thermococcus litoralis* (Vent) and *Pyrococcus furiosus* (Pfu) berperan penting dalam PCR-based diagnostics. Beberapa jenis enzim hydrolases seperti amylases, cellulases, esterases, lipases, peptidases and xylanases berhasil diisolasi dari berbagai extremophiles memiliki potensi aplikasi industri dan bioteknologi diantaranya untuk industri detergents, petroleum, pulp dan kertas, industri makanan dan minuman dan untuk biodegradasi/bioremediasi pada habitat ekstrim. Mikroalga *Dunaliella salina* yang diisolasi dari lingkungan dengan salinitas yang sangat tinggi merupakan penghasil beta-karotene dan glycerol. Mikroalga *Spirulina* sp. yang hidup pada lingkungan yang sangat alkaline dengan pH tinggi (9-11) memiliki kandungan protein yang sangat tinggi mencapai 70% serta senyawa bioaktif lainnya sehingga dimanfaatkan untuk nutraceutical dan pharmaceuticals.

Habitat ekstrim banyak terdapat di Sulawesi Selatan seperti sumber air panas dan tambak garam yang belum diteliti sehubungan dengan keberadaan mikroorganisme extremophiles. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk

mengisolasi dan mengidentifikasi mikroorganisme terutama mikroalga dan bakteri yang hidup pada habitat ekstrim di Sulawesi selatan. Penelitian ini berlangsung selama 8 bulan (April-November 2021). Adapun kegiatan yang akan dilakukan adalah 1). Melakukan pengambilan sampel air pada perairan yang memiliki kondisi lingkungan yang ekstrim yakni hot spring/sumber air panas Waepella di Sinjai dan tambak garam di Jeneponto). 2). Melakukan isolasi mikroalga dan bakteri. Untuk isolasi mikroalga menggunakan metode pengkayaan nutrient dan metode plating pada media agar dengan menggunakan media Guillard f/2 medium sedangkan untuk isolasi bakteri menggunakan metode plating pada media agar menggunakan media Tryptic Soy Agar (TSA). 3). Isolat murni mikroalga yang dihasilkan selanjutnya diidentifikasi/karakterisasi secara morfologi sedangkan untuk bakteri dikarakterisasi secara morfologi, uji pewarnaan gram staining, uji katalase dan endospora.

Dari hasil penelitian diperoleh beberapa isolate mikroalga dan bakteri pada sumber air panas Waepella Sinjai dan tambak garam Jeneponto. Pada sumber air panas Waepella Sinjai diperoleh 14 isolates bakteri dan 2 isolates mikroalga. Dari hasil pengamatan isolate bakteri ditemukan bahwa hampir semua koloni berwarna putih susu kecuali isolat IND-UNM ST.53.4 yang berwarna kuning. Terdapat 5 isolat berbentuk batang dan 9 isolat berbentuk bulat. Dari hasil pewarnaan gram diperoleh 11 isolat gram positif dan 3 isolat gram negative. Hasil uji katalase menunjukkan terdapat 11 isolate positif katalase dan 3 negatif katalase. Hasil uji endospore menunjukkan hanya terdapat 4 isolat yang positif endospore. Untuk mikroalga, terdapat 2 isolat masing-masing dari kelas Cyanophyceae dan 3 Chlorophyceae.

Pada tambak garam sinjai diperoleh 12 isolate bakteri dan 3 isolat mikroalga. Dari 12 isolate bakteri, terdapat 4 isolate dengan koloni berwarna coklat kemerahan dan 8 isolate dengan koloni berwarna putih susu. Terdapat 5 isolate berbentuk batang dan 7 isolate berbentuk bulat. Hasil pewarnaan gram menunjukkan terdapat 4 isolat gram positif dan 8 isolat gram negative. Untuk mikroalga, 2 isolate dari kelas Bacillariophyceae dan 1 isolate dari kelas Chlorophyceae.

Isolat-isolat bakteri dan mikroalga yang dihasilkan akan diteliti lebih lanjut

untuk diketahui potensi pengembangannya untuk aplikasi industri. Untuk bakteri akan dilanjutkan dengan uji aktivitas enzimatis (amilase, protease, lipase, pectinase, selulase) serta optimasi kondisi kultur dan produksi enzim. Sedangkan untuk mikroalga akan diteliti lanjut mengenai optimasi kondisi kultur, karakterisasi senyawa biokimia, uji bioaktivitas (antibakteri, antioksidan, antitirozinase, antijamur) serta pengembangannya untuk produksi high value products seperti bio-pigment (β -carotene, astaxanthin, lutein, fucoxanthin etc).

SUMMARY

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF MICROBES IN EXTREME HABITATS IN SOUTH SULAWESI. Indrayani, Subari Yanto, Amiruddin Hambali. 2021.

Microorganisms/microbes are organisms that can be found in almost all aquatic habitats, including extreme habitats that have physical/chemical environmental conditions above the normal threshold to support the life of most organisms. Extreme habitats include habitats with very high or low temperatures and pH and environments with very high pressure/radiation/salinity/pollutants. Organisms that live in extreme environments are called extremophiles where the most common microorganisms found in extreme habitats are microalgae and bacteria.

Extremophiles microorganisms are a group of organisms that have not been explored much even though their role is very important not only ecologically but also in biotechnology research and industrial applications. Thermostable DNA polymerases used in polymerase chain reactions (PCR) are examples of industrial applications of enzymes that remain stable at high temperatures. Thermophiles such as *Thermus aquaticus* (Taq), *Thermococcus litoralis* (Vent) and *Pyrococcus furiosus* (Pfu) play an important role in PCR-based diagnostics. Several types of hydrolases enzymes such as amylases, cellulases, esterases, lipases, peptidases and xylanases have been isolated from various extremophiles with potential industrial and biotechnological applications, including detergents, petroleum, pulp and paper, food and beverage industries and for biodegradation/bioremediation in extreme habitats. . The microalgae *Dunaliella salina* isolated from an environment with very high salinity is a producer of beta-carotene and glycerol. The microalgae *Spirulina* sp. which live in a very alkaline environment with a high pH (9-11) has a very high protein content of up to 70% and other bioactive compounds that are used for nutraceuticals and pharmaceuticals.

Many extreme habitats are found in South Sulawesi, such as hot springs and salt ponds that have not been studied in relation to the presence of extremophiles microorganisms. Therefore, this study aims to isolate and identify

microorganisms, especially microalgae and bacteria that live in extreme habitats in South Sulawesi. This research conducted for 8 months (April-November 2021). The activities to be carried out are 1). Taking water samples for isolation purposes from two extreme habitats namely Waepella hot springs in Sinjai and salt ponds in Jeneponto). 2). Isolating microalgae and bacteria. For the isolation of microalgae using the nutrient enrichment method and the agar plating method using Guillard f/2 medium while for bacterial isolation using the agar plating method using Tryptic Soy Agar (TSA) media. 3). The pure isolates of microalgae produced were then identified/morphologically characterized, while the bacteria were characterized morphologically, gram staining, catalase and endospore tests.

This study successfully obtained several isolates of microalgae and bacteria in the hot springs of Waepella Sinjai and Jeneponto salt ponds. From the Waepella Sinjai hot spring, 14 isolates of bacteria and 2 isolates of microalgae were obtained. From the observation of the bacterial isolates, it was found that almost all colonies were milky white except for the IND-UNM ST.53.4 isolate which was yellow. There were 5 rod-shaped isolates and 9 coccus-shaped isolates. From the results of gram staining, 11 gram positive isolates and 3 gram negative isolates were obtained. The results of the catalase test showed that there were 11 catalase positive isolates and 3 catalase negative isolates. The results of the endospore test showed that there were only 4 isolates that were positive for endospore. For microalgae, there were 2 isolates each from Cyanophyceae and Chlorophyceae classes.

From the Salt pond in Jeneponto, 12 isolates of bacteria and 3 isolates of microalgae were obtained. Of the 12 bacterial isolates, there were 4 isolates with reddish-brown colonies and 8 isolates with milky white colonies. There were 5 isolates in rod shape and 7 isolates in coccus shape. The results of gram staining showed that there were 4 isolates of gram positive and 8 isolates of gram negative. For microalgae, 2 isolates from the Bacillariophyceae class and 1 isolate from the Chlorophyceae class.

The isolates of bacteria and microalgae produced will be further study to determine their potential industrial applications. For bacteria, it will be continued

with enzymatic activity tests (amylase, protease, lipase, pectinase, cellulase) as well as optimization of culture conditions and enzyme production. As for microalgae, further research will be carried out regarding the optimization of culture conditions, characterization of biochemical compounds, bioactivity tests (antibacterial, antioxidant, antityrosinase, antifungal) and its development for the production of high value products such as bio-pigments (β -carotene, astaxanthin, lutein, fucoxanthin etc).

PRAKATA

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas izin, rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Hasil Penelitian PNBPFakultas Teknik dengan judul “Isolasi dan Identifikasi Mikroba pada Habitat Ekstrim di Sulawesi Selatan” dengan tepat waktu.

Penulisan Laporan Hasil Penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu kegiatan Tri darma perguruan tinggi yaitu penelitian dosen sekaligus sebagai bentuk pertanggung jawaban atas pelaksanaan penelitian yang didanai oleh DIPA UNM Universitas Negeri Makassar Nomor SP DIPA-023.17.2.677523/2021, tanggal 23 November 2020 sesuai Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Makassar Nomor 513/UN36/HK/2021, tanggal 29 April 2021.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan pelaksanaan penelitian serta penyusunan Laporan Hasil Penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yth Bapak Rektor Universitas Negeri Makassar yang telah memberikan kepercayaan dan dukungan kepada peneliti untuk melakukan penelitian ini.
2. Yth Bapak Ketua Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Universitas Negeri Makassar beserta unsurnya yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada peneliti untuk melakukan penelitian ini.
3. Yth Bapak Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar atas kepercayaan dan dukungannya kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian ini.
4. Yth Ibu Kaprodi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar atas dorongan dan dukungan kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian ini
5. Adik-adik mahasiswa Prodi PTP (Zakiah, Ahriani, Indah Permata sari, Dwi) yang telah membantu peneliti mulai dari pengambilan sampel di lapangan hingga isolasi dan karakterisasi isolate di laboratorium

Akhirnya, peneliti mengharapkan agar Laporan Hasil Penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Peneliti menyadari bahwa Laporan Hasil Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari para pembaca sangat diharapkan guna perbaikan dan penyempurnaan Laporan Hasil Penelitian ini. Terima kasih.

Makassar, 17 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM.....	iii
RINGKASAN.....	1
SUMMARY.....	4
PRAKATA.....	7
DAFTAR ISI	8
DAFTAR TABEL.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	10
BAB I PENDAHULUAN	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Extremophiles Mikroba	14
2.2 Peranan Extremophiles Mikroba Dalam Bidang Bioteknologi.....	16
BAB III METODE PELAKSANAAN	19
3.1 Persiapan Alat dan Bahan	19
3.2 Pembuatan Media Agar dan Liquid.....	19
3.3 Pengambilan Sampel	19
3.4 Isolasi.....	19
3.5 Biakan Murni dan skale Up	19
3.6 Identifikasi.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35

DAFTAR TABEL

No.	Uraian	Halaman
1.	Rencana target capaian tahunan	13
2.	Data hasil pengukuran kualitas air pada lokasi penelitian...	22
3.	Karakteristik extromphiles bakteri yang diisolasi dari sumber air panas Waepella Hot Spring Sinjai.....	23
4.	Karakteristik extremophiles bakteri yang diisolasi dari tambak garam Jeneponto.....	27

DAFTAR GAMBAR

No.	Uraian	Halaman
1.	Road map penelitian.....	18
2.	Photomicrograph uji endospore bakteri extremophiles...	26
3.	Biakan murni isolate mikroalga dari Waepella Hot Spring Sinjai dan Tambak Garam Jeneponto.....	28
4.	Photomicrograph isolat microalgae dari Salt-Pond Jeneponto (A-D) dan Waepella Hot Spring Sinjai (E-F). A. Iso IND-UNM-ALG 1; B. Iso IND-UNM-ALG 2; C. Iso IND-UNM-ALG 3; D. Iso IND-UNM-ALG 4; E. Iso IND-UNM-ALG 5; F. Iso IND-UNM-ALG 6.....	28

BAB I. PENDAHULUAN

Mikroorganisme dapat ditemukan pada hampir semua habitat termasuk pada lingkungan perairan yang ekstrim. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme memiliki kemampuan adaptasi yang luas terhadap berbagai parameter lingkungan (Merino et al., 2019). Habitat ekstrim adalah lingkungan yang memiliki kondisi yang di luar batas normal untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan organisme seperti lingkungan yang memiliki suhu yang sangat tinggi (hot springs), suhu yang sangat rendah (salju), salinitas tinggi (hypersaline ponds/lakes), pH yang sangat tinggi atau sangat asam (Varshney et al. 2015).

Mikroorganisme yang ditemukan pada habitat ekstrim diantaranya adalah mikroalga dan bakteri. Mikroalga adalah mikroorganisme prokariotik dan eukariotik yang berfotosintesis yang dapat ditemukan pada hampir semua ekosistem akuatik (Mata et al. 2010) yang sangat potensial sebagai sumber senyawa biokimia penting yang memiliki aplikasi yang sangat luas pada bidang industri makanan, pakan, kosmetik, nutrasetikal, farmasetikal dan bahkan industri biofuels (Olaizola 2003). Mikroalga yang mampu hidup pada habitat ekstrim menunjukkan bahwa mikroalga tersebut memiliki mekanisme tertentu untuk beradaptasi pada lingkungan tersebut. Spesies mikroalga yang mampu hidup pada hot springs memproduksi enzim yang tahan terhadap suhu tinggi dan tidak mudah terdenaturasi. Mikroalga *Dunaliella salina* yang mampu hidup pada salinitas dan intensitas cahaya yang tinggi mengakumulasi beta-karotene dan glycerol sebagai mekanisme untuk bertahan terhadap intensitas cahaya dan salinitas yang tinggi (Indrayani 2017). Mikroalga Spirulina yang memiliki kandungan protein yang sangat tinggi hingga 70% memiliki lingkungan yang selektif untuk tumbuh dengan baik yakni pH yang tinggi. Lingkungan selektif yang dimiliki oleh *Dunaliella salina* dan Spirulina memungkinkan kedua jenis mikroalga ini untuk dikultur secara komersial pada kondisi outdoor tanpa kontaminasi (Avron dan ben-Amotz, 1992). Bakteri *Thermus aquaticus* merupakan bakteri termofilus yang hidup pada suhu yang sangat tinggi yang menghasilkan enzim Taq DNA polimerase yang digunakan dalam PCR (Arora and Panoshan 2019).

Di Sulawesi Selatan terdapat beberapa habitat/lingkungan perairan ekstrim terutama hot springs dan hypersaline ponds. Habitat-habitat tersebut belum diteliti hubungannya dengan keberadaan mikroorganisme. Eksplorasi mikroba pada habitat ekstrim untuk dikembangkan sebagai produk komersial memerlukan tahapan yang panjang. Seleksi species atau strain adalah langkah pertama dan paling penting dalam kegiatan bioprospeksi mikroalga/bakteri untuk aplikasi komersial (Borowitzka 2013 dalam Indrayani 2017). Proses seleksi dan skrining mikroalga/bakteri untuk aplikasi komersial melibatkan tahapan-tahapan seperti pengambilan/koleksi sampel, isolasi, purifikasi, identifikasi, pemeliharaan dan karakterisasi (Gong and Jiang 2011 dalam Indrayani 2017).

Kegiatan seleksi dan skrining mikroba dapat dilakukan melalui dua cara yaitu seleksi dan skrining mikroalga dari pusat koleksi mikroalga dan dari lingkungan alam. Seleksi spesies melalui koleksi kultur dapat diakses dengan mudah namun hanya merupakan bagian kecil dari spesies mikroalga yang terdapat di alam (Borowitzka 2013). Sebaliknya, sumberdaya mikroalga yang terdapat di alam jumlah dan potensinya sangat besar dan belum banyak dieksplorasi (Indrayani 2017). Selain itu, isolasi dan seleksi spesies lokal mikroalga memiliki keunggulan kompetitif ketika dikultur secara massal karena mikroalga tersebut sudah beradaptasi dengan lingkungan iklim setempat (Larkum et al. 2012). Selanjutnya, tahapan kegiatan bioprospeksi bakteri sama dengan mikroalga

Melihat besarnya potensi pengembangan mikroalga/bakteri yang hidup pada habitat ekstrim untuk menghasilkan produk-produk yang komersial untuk berbagai aplikasi industri serta masih sangat kurangnya kegiatan eksplorasi mikroalga spesies lokal terutama yang hidup pada habitat ekstrim terutama di Sulawesi Selatan, maka penelitian mengenai mikroba yang hidup pada habitat ekstrim penting untuk dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jenis-jenis mikroorganisme yang hidup pada habitat ekstrim di Sulawesi Selatan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi menjadi dasar bagi pengembangan spesies lokal mikroalga untuk aplikasi komersial.

Tabel 1. Rencana target capaian tahunan

No	Jenis luaran		Indikator capaian				
			TS ¹⁾	TS+1	TS+2		
1.	Publikasi ilmiah ²⁾	Internasional bereputasi	Submitted				
2.	Pemakalah dalam pertemuan ilmiah ³⁾	Internasional	Belum				
		Nasional	Terdaftar/ dilaksanakan				
3.	Keynote speaker dalam pertemuan ilmiah ⁴⁾	Internasional	Belum				
		Nasional	Belum				
4.	Visiting lecture ⁵⁾	Internasional	Belum				
5.	Hak dan kekayaan intelektual (HKI) ⁶⁾	Paten	Belum				
		Paten sederhana	Belum				
		Hak Cipta	Terdaftar				
		Merk dagang	Belum				
		Rahasia dagang	Belum				
		Desain produk industry	Belum				
		Indikasi geografis	Belum				
		Perlindungan varietas tanaman	Belum				
		Perlindungan topografi sirkuit terpadu	Belum				
		6.	Teknologi tepat guna ⁷⁾		Belum		
		7.	Model/purwarupa/desain/karya seni/rekayasa social ⁸⁾		Belum		
		8.	Buku ajar (ISBN) ⁹⁾		Belum		
		9.	Tingkat kesiapan teknologi (TKT) ¹⁰⁾		2		

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Extremophiles Mikroba

Mikroorganisme tidak hanya hidup pada perairan umum namun juga dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang keras seperti lingkungan dengan tingkat radiasi yang ekstrem, tekanan dan temperatur yang ekstrim (Horneck et al., 2010; Yamagishi et al., 2018). Mikroorganisme ekstremophiles telah beradaptasi dengan sangat baik pada kondisi ekstrem yang memungkinkan mereka untuk hidup bahkan bereproduksi pada lingkungan tersebut (Rothschild and Mancinelli, 2001).

Extremophilic organisms termasuk prokaryotic (archaea dan bacteria/cyanobacteria) serta eukaryotic. Ekstremophiles mikroba dapat digambarkan sebagai acidophilic (memiliki pH yang optimal untuk tumbuh antara pH 1 -5); alkaliphilic (tumbuh optimal pada pH diatas 9); halophilic (tumbuh optimal pada salinitas yang sangat tinggi); thermophilic (tumbuh optimal pada suhu antara 60- 80 °C [140 and 176 °F]); hyperthermophilic (tumbuh optimal pada suhu diatas 80 °C [176 °F]); psychrophilic (tumbuh optimal pada suhu \leq 15 °C [60 °F] dengan maksimum suhu yang dapat ditolerir adalah 20 °C [68 °F] dan suhu minimal pada/dibawah 0 °C [32 °F]); piezophilic, atau barophilic (otumbuh optimal pada tekanan hidrostatik yang tinggi); oligotrophic (tumbuh pada lingkungan yang miskin nutrient); endolithic (tumbuh didalam batu atau di dalam pori batuan mineral dan xerophilic (tumbuh pada kondisi kering) (Varshney et al. 2015).

Mikroalga merupakan kelompok tumbuhan berukuran renik yang termasuk dalam kelas alga, diameternya antara 3-30 μ m, baik sel tunggal maupun koloni yang hidup di seluruh wilayah perairan tawar maupun laut, yang lazim disebut fitoplankton. Di dunia mikrobial, mikroalga termasuk eukariotik, umumnya bersifat fotosintetik dengan pigmen fotosintetik hijau (klorofil), coklat (fikosantin), biru kehijauan (fikobilin), dan merah (fikoeritrin). Morfologi mikroalga berbentuk uniseluler atau multiseluler tetapi belum ada pembagian tugas yang jelas pada sel-sel komponennya. Hal itulah yang membedakan mikroalga dari tumbuhan tingkat tinggi (Romimohtarto, 2004). Mikroalga merupakan sumber bahan baku alternatif untuk produksi biodiesel. Biodiesel dapat dibuat dari berbagai macam sumber, seperti minyak nabati, lemak hewani,

dan sisa dari minyak atau lemak (misalnya sisa minyak penggorengan). Walaupun lemak hewani dapat digunakan, akan tetapi minyak nabati merupakan bahan baku yang paling banyak dimanfaatkan untuk biodiesel (Raharjo, 2007). Dalam hasil penelitian yang dilakukan oleh Chisti (2007), mikroalga merupakan satu-satunya sumber bahan terbarukan untuk biodiesel yang mampu memenuhi permintaan global untuk bahan bakar transportasi, dan berpotensi untuk menggantikan penggunaan bahan bakar fosil secara penuh.

Umumnya organisme tidak mampu bertahan hidup di lingkungan yang ekstrem seperti suhu, salinitas, pH atau keberadaan xenobiotik. Namun, ada daerah di bumi yang kondisi lingkungannya berada di luar batas normal untuk pertumbuhan organisme dan lingkungan yang demikian tergolong sebagai lingkungan yang ekstrim (Varshney et al. 2015). Organisme yang dapat mengatasi pH, suhu, tekanan, dan salinitas yang ekstrem disebut organisme ekstremofil. Terkadang organisme ini memiliki tambahan kualitas seperti kemampuan untuk mengatasi tingkat gas yang sangat tinggi seperti CO₂, atau tumbuh dengan adanya logam dengan konsentrasi tinggi dan beberapa dapat berkembang dengan kombinasi lebih dari satu stres (polyextremophiles). Beberapa organisme bahkan memiliki kemampuan yang luar biasa untuk tumbuh di bawah tingkat radiasi yang sangat tinggi dan mengakumulasi radionuklida (Rivasseau et al., 2013).

Beberapa jenis mikroalga diketahui memiliki kemampuan untuk hidup pada habitat ekstrim termasuk dua jenis mikroalga yang sudah diproduksi secara komersial oleh industri yakni mikroalga hijau *Dunaliella salina* yang diisolasi dari hypersaline pond yang mampu hidup pada salinitas yang sangat tinggi mencapai 3 M atau 300 ppt (Varshney et al. 2015). Jenis yang lainnya adalah mikroalga *Spirulina* yang merupakan alga cyanobacteria berfilamen yang blooming pada danau alkaline dengan pH 9-11 (Silli et al, 2012). *Dunaliella* digunakan sebagai sumber alami β-karoten sedangkan *Spirulina* memiliki pasar sebagai makanan dan pakan tambahan nutrisi manusia dan hewan karena kandungan nutrisinya terutama protein. Faktor kunci keberhasilan komersial kedua spesies ini adalah kemampuan mereka untuk tumbuh dalam kondisi ekstrim tertentu yang membantu mengurangi kontaminasi oleh spesies alga lainnya (Avron dan Ben-Amotz, 1992). Diatom *Amphora* sp.MUR258 memiliki kemampuan hidup pada salinitas

yang tinggi hingga 5 kali salinitas air laut (150ppt) dan suhu yang tinggi mencapai 40°C (Indrayani et al.2019; Indrayani et al. 2020). Diatom Amphora ini memiliki kandungan lipid yang sangat tinggi mencapai 65% dari berat biomasnya sehingga potensil untuk dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel (Indrayani, 2017).

2.2 Peranan Extremophiles Mikroba dalam Bidang Bioteknologi

Extremophiles mikroba sangat menarik perhatian bioteknologis karena kemampuannya untuk memproduksi extremozymes yakni enzim yang tetap aktif dan fungsional pada kondisi ekstrim. Extremozymes sangat berguna dalam proses produksi industri dan aplikasi research karena kemampuannya untuk tetap aktif pada kondisi yang ekstrim seperti suhu, tekanan dan pH yang tinggi yang digunakan dalam proses industri (Arora and Panosyan 2019).

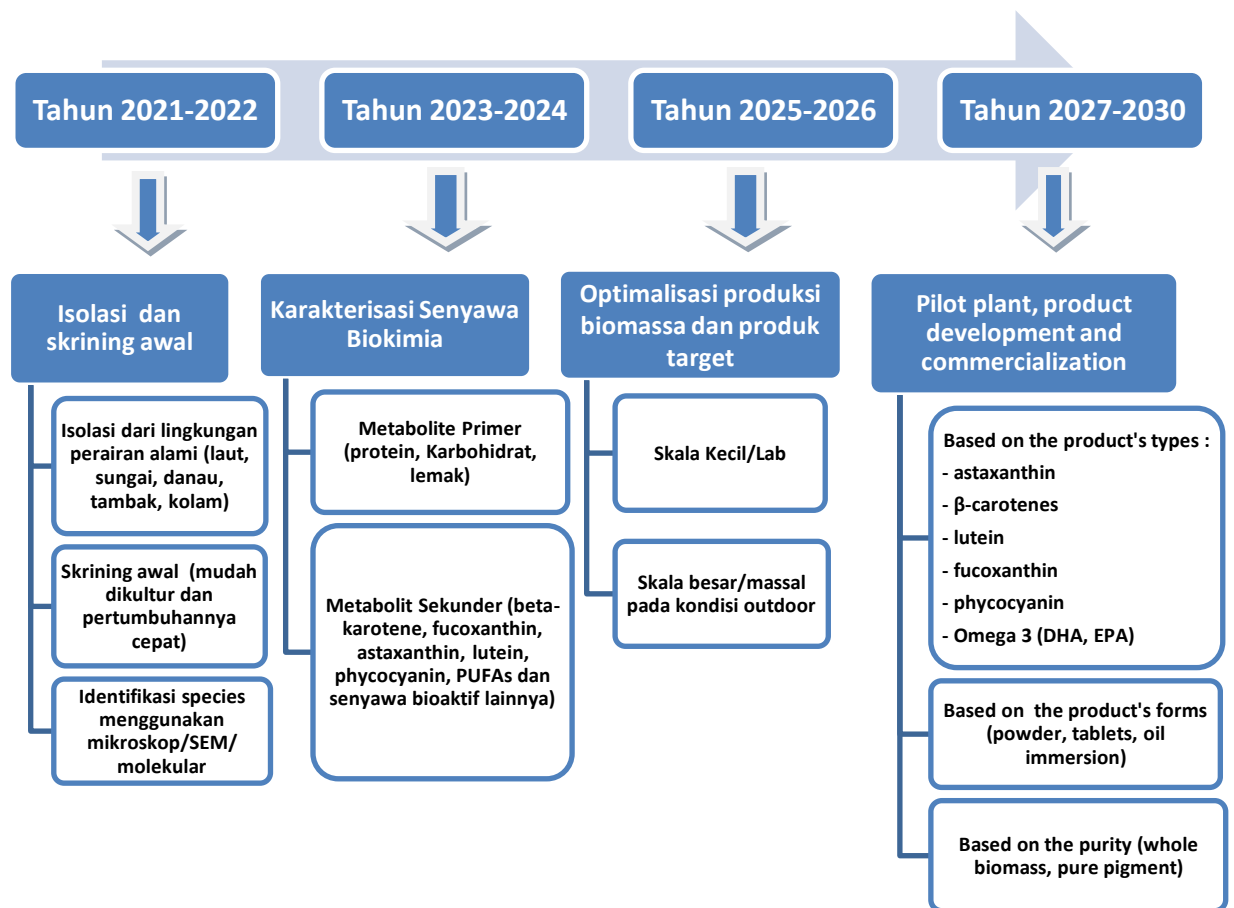
Potensi komersial mikroalga telah diakui lebih dari 50 tahun namun jumlah spesies mikro-alga yang ada saat ini diproduksi dalam skala besar dalam proses ekonomi yang berkelanjutan masih sangat terbatas (Richmond, 2004). Kendala utama dalam menciptakan perkembangan baru, berbasis mikro-alga terletak pada pencapaian skala besar pada kondisi luar ruangan (Torzillo et al., 2003). Tingginya cahaya, suhu, fluktuasi musiman dan diurnal dalam cahaya dan suhu dan kontaminasi oleh organisme lain mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas pada kultur di luar ruangan (Vonshak dan Richmond, 1988). Dari beberapa strain mikroalga yang telah mencapai tahap menjadi produk yang diperdagangkan secara komersial, terdapat dua mikroalga ekstremofil yaitu *D. Salina* dan *Spirulina* sp.

Dunaliella salina merupakan mikroalga laut dari jenis kelas Chlorophyceae yang responsif terhadap perubahan osmotik yang mampu hidup pada salinitas yang sangat tinggi hingga 300 ppt. Spesies ini dikenal karena kemampuannya untuk menghasilkan karotenoid sebagai sumber antioksidan sekitar 1.100-2.100 mg β -karoten per 100 gram berat kering (Del Campo et al., 2007). Beta-karoten dari mikroalga *D.salina* dapat dimanfaatkan dalam tiga kategori yakni dalam industri farmasi, industri pangan dan industri kosmetik (termasuk dalam jenis fine chemical). Beta karoten alami memiliki kandungan karotenoid yang kompleks dan nutrisi esensial dibandingkan dengan β -karoten buatan sehingga permintaan global tahunan untuk β -karoten adalah sekitar 1.430

ton per tahun dan sisanya dipenuhi melalui karoten sintesis (Ramajaj and Juntawong, 2015). Selain itu, β -karoten dapat meningkatkan penampilan produk pangan dan minuman seperti margarin, keju, jus, makanan kalengan, dan sebagainya (Nur, 2014). Di bidang akuakultur *D. salina* banyak dimanfaatkan sebagai pakan alami kaya akan karotenoid untuk post larva (Kusumaningrum dan Zainuri 2013). Selain kandungan karotenoid, *D. salina* juga memiliki senyawa bioaktif lainnya seperti fenol, sulfat polisakarida dan vitamin, yang salah satu fungsi dari senyawa bioaktif tersebut dapat mempengaruhi regulasi sel, respon kekebalan tubuh dan sebagai antioksidan (de Fretes et al., 2012). Oleh karena itu, *D. salina* selain dimanfaatkan sebagai pakan alami bagi ikan tetapi berpotensi sebagai bahan pangan alternatif potensial dan produk kesehatan yang menjadi target penjualan pasar dunia. Salah satu produsen *Dunaliella salina* terbesar di dunia adalah Parry's agro Ltd. di India untuk skala farmasi dengan produk untuk 180 kapsul dihargai \$72.86 atau setara Rp. 973.992,00. Perusahaan lain yang memproduksi *Dunaliella* adalah ABC Biotech Ltd. di Tamil, Nadu (Nur, 2014). *Dunaliella salina* dapat menghasilkan β -karoten sampai 17% per berat kering sehingga memiliki nilai ekonomis tinggi karena dengan mengkultur *D. salina* dengan skala yang besar dapat menghemat lahan pertanian untuk menanam wortel dan tentunya menghemat waktu mulai dari penanaman hingga pemanenan. Menurut National Measurement Institute Australia and Craft Technologies Inc., sebuah perusahaan di Amerika menjelaskan bahwa 2 kg *Algotene* 500 mg kapsul berisi *D. Salina* dapat menyediakan β -karoten lebih daripada 1 kg wortel.

Spirulina sp. adalah Cyanobacterium fotosintesis, multiseluler, berfilamen dan spiral yang diproduksi dalam skala besar. *Spirulina* sp. memiliki kemampuan untuk hidup pada lingkungan dengan pH yang sangat tinggi yang tumbuh baik pada pH 9-11. Mikroalga ini menonjol karena kandungan proteinnya yang tinggi dan keberadaan asam lemak esensial, vitamin, dan mineral. *Spirulina platensis* merupakan organisme autotroph berwarna hijau kebiruan terdiri dari sel-sel silindris yang membentuk koloni dimana selnya berkolom membentuk filament terpilin menyerupai spiral (helix) sehingga disebut juga alga biru hijau berfilamen (Ariyati, 1998; Hariyati, 2008). Beberapa penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan bahwa *spirulina* mempunyai aktivitas biologis seperti mencegah

replikasi virus, mencegah anemia, mencegah penyakit akibat perlemakan hati, menurunkan kadar glukosa darah, profil lipid, serta menurunkan tekanan darah. Spirulina mengandung beberapa bahan aktif terutama Phycocyanin dan β karoten yang memiliki aktivitas antioksidan dan antininflamasi yang kuat. Phycocyanin memiliki kemampuan untuk mengikat radikal bebas, termasuk radikal alkoxyl, hidroksil, dan peroksil.



Gambar 1. Road map penelitian “Pengembangan spesies lokal mikroalga/Bakteri untuk Aplikasi Komersial/Industri”

BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini direncanakan akan berlangsung selama 8 bulan dengan tahapan sebagai berikut:

3.1 Persiapan alat dan bahan.

Hal pertama dan paling penting dilakukan secepatnya adalah melakukan pembelian/pemesanan alat-alat dan bahan-bahan dasar yang digunakan untuk isolasi seperti bahan untuk pembuatan media, wadah kultur dan lainnya. Mempersiapkan ruang kultur serta segala peralatan dan bahan yang ada baik untuk keperluan isolasi maupun untuk pengambilan sampel di lapangan.

3.2 Pembuatan media agar dan liquid

Setelah semua bahan-bahan untuk membuat media dan wadah kultur tersedia, maka pembuatan media sudah dapat dilakukan (agar dan liquid medium). Media kultur yang dipersiapkan adalah f/2 medium (Guillard and Ryther 1962) dan TSA. Salinitas media disesuaikan dengan salinitas lokasi pengambilan sampel.

3.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dan sediment dilakukan di tambak garam di Jeneponto dan sumber air panas (hot springs) di Sinjai. Pengukuran parameter kualitas air (salinitas, suhu, pH) perairan dilakukan pada setiap lokasi/titik pengambilan sampel.

3.4 Isolasi

Isolasi akan dilakukan menggunakan metode isolasi langsung, pengenceran dan penggoresan pada media agar plate dengan mengacu pada Andersen and Kawachi (2005). Sample diinkubasi pada intensitas cahaya rendah ($20-30 \mu\text{mol photon.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) dengan siklus gelap dan terang (12 jam: 12 jam) pada suhu kamar/ambien. Sedangkan untuk bakteri sampel akan diinkubasi pada suhu ruang tanpa perlu cahaya. Isolat yang diperoleh akan di murnikan dengan cara penggoresan berulang pada media agar yang baru hingga didapatkan isolat yang mono-species.

3.5 Biakan murni dan skale-up

Isolat yang diperoleh selanjutnya akan ditransfer vial volume 5 mL dan diinkubasi pada suhu kamar, intensitas $50-70 \mu\text{mol photon.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, siklus 12 jam gelap:12 jam.. Liquid kultur selanjutnya di scale-up dari 5 mL – 50 mL – 100 mL dan 500 mL sehingga didapatkan cukup inoculum untuk tahapan selanjutnya.

3.6 Identifikasi.

Identifikasi mikroalga dilakukan dengan mikroskop. Karakterisasi bakteri secara morfologi (bentuk dan warna koloni) serta pewarnaan gram, uji katalase dan endospore. Adapun prosedur untuk pewarnaan gram, uji katalase dan endospora adalah sebagai berikut :

1. Uji Pewarnaan Gram

- a) Isolat bakteri diambil 1 ose dan digores-goreskan pada permukaan kaca objek steril kemudian dilakukan fiksasi Kristal violet sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan kaca objek yang terdapat lapisan bakteri tersebut dan didiamkan selama 1 menit
- b) Setelah 1 menit, kaca objek dibilas dengan air sampai zat warna luntur
- c) Kaca objek dikeringkan di atas api spiritus
- d) Setelah kering, larutan iod sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan kaca objek tersebut dan didiamkan selama 1 menit
- e) Setelah 1 menit, kaca objek dibilas dengan air. Kaca objek dibilas dengan alkohol 70% sampai semua zat warna luntur kemudian dicuci dengan air
- f) Kaca objek dikeringkan di atas api spiritus.
- g) Setelah kering, safranin sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan kaca objek dan didiamkan selama 45 detik.
- h) Kaca objek dicuci dengan air dan dikeringkan. Kaca objek diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x.

2. Uji katalase (Harley, 2005)

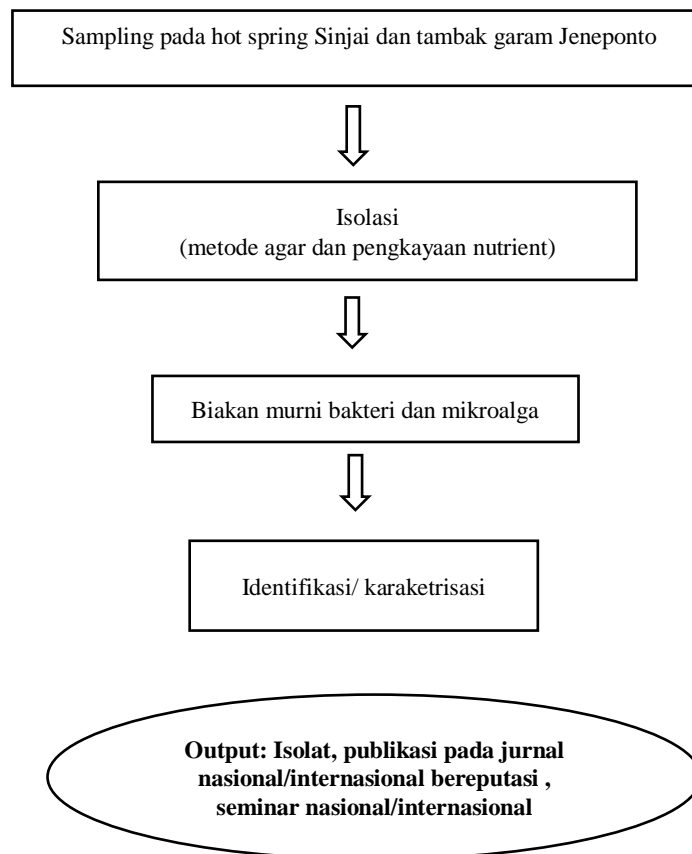
- a) Isolat bakteri diambil dari stok kultur dan diletakkan pada kaca objek
- b) Kemudian ditetesi larutan H₂O₂ 3% sebanyak 1 atau 2 tetes
- c) Kaca objek diamati, jika terbentuk gelembung mengindikasikan bakteri positif katalase dan jika tidak maka mengindikasikan bakteri negatif katalase

3. Pewarnaan endospora (Harley, 2005)

- a) Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose dan digoreskan pada permukaan kaca objek steril kemudian dilakukan fiksasi
- b) Kaca objek yang telah diberi bakteri ditetesi malachite green dan dipanaskan selama 2-3 menit. Jika terjadi penguapan, malachite green kembali ditetesi dikaca preparat.
- c) Setelah itu kaca preparat kembali dibilas menggunakan akuades.

- d) Setelah kaca objek kering, safranin sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan kaca objek.
- e) Kaca objek tersebut kemudian didiamkan selama 1 menit. Kaca objek dicuci, kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x. Endospora akan berwarna hijau sedangkan sel vegetatif akan berwarna merah

Adapun bagan alir penelitian adalah :



BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Air Lokasi Sampling

Pengambilan sampel untuk keperluan isolasi telah dilakukan di dua lokasi yakni tambak garam di Kelurahan Palenggu, Kecamatan Bangkala, Kabupaten Jeneponto yang mewakili kondisi perairan ekstrim yang hypersaline yang memiliki salinitas (kadar garam) yang tinggi diatas salinitas air laut serta pada sumber air panas (hot spring) Waepella di Desa Kampala, Kecamatan Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai yang mewakili perairan yang thermophilic (suhu yang tinggi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tambak garam di Jeneponto, suhu perairan tambak berkisar 32-40°C, salinitas berkisar 40 ppt hingga > 100 ppt, pH berkisar 7,56-8,22 dengan warna perairan kehijauan pada saluran utama tambak dan warna kecoklatan pada saluran ke tambak dan pada tambak garam. Pada Waepella hot spring, suhu perairan berkisar 49-55°C, salinitas 0 ppt, pH berkisar 7,28-7,61 dengan warna perairan jernih (Tabel 5.1).

Tabel 2. Data hasil pengukuran parameter kualitas air pada lokasi penelitian

Parameter kualitas air	Tambak Garam di Jeneponto			Sumber Air Panas di Sinjai		
	Stasiun I (Saluran utama)	Stasiun 2 (Saluran ke tambak garam)	Stasiun 3 (Pelataran Tambak garam)	Station 1 (sumber)	Station 2 (bagian tengah)	Station 3 (bagian luar)
Suhu (°C)	32	34	40	55	53	49
Salinitas (ppt)	40	68	>100	0	0	0
pH	8,22	7,96	7,16	7.43	7,61	7,28
Warna perairan	Kehijauan	Kecoklatan	Kecoklatan	jernih	jernih	jernih

Tambak garam merupakan salah satu habitat ekstrim dengan kadar garam yang tinggi mencapai lebih dari 100 ppt (salinitas air laut berkisar 30-35 pp). Kadar garam sebenarnya pada pelataran tambak garam di Jeneponto tidak dapat diketahui dengan pasti karena batas maksimum pembacaan salinitas pada refraktometer yang digunakan adalah 100 ppt. Namun dapat diduga bahwa

salinitas tambak garam jauh di atas 100 ppt karena kondisi tambak yang sudah mulai membentuk kristal-kristal garam. Menurut Sartono dkk (2013), petakan evaporasi dan pengendapan tambak garam berkisar 110-250 ppt. Hasil pengukuran suhu dan pH perairan menunjukkan kisaran yang optimal bagi kebanyakan organisme namun kondisi salinitas yang sangat tinggi akan membatasi jumlah dan jenis organisme yang dapat bertahan hidup pada daerah tambak garam sehingga hanya ekstremophiles yang dapat bertahan termasuk bakteri dan mikroalga.

Waepella hot spring merupakan sumber air panas perairan tawar dengan salinitas 0 ppt. Suhu perairan ini berada jauh diatas suhu optimal untuk menunjang kehidupan bagi sebagian besar organisme. Suhu optimal untuk kebanyakan biota perairan berkisar 25-35°C. Oleh karena itu, Waepella hot spring termasuk habitat ekstrim yang tergolong thermophil moderate dengan suhu pertumbuhan optimum 50-60°C (Mohammad et al., 2017).

4.2 Extremophiles Bakteri pada Sumber Air Panas Sinjai dan Tambak Garam Jeneponto

Isolasi bakteri dilakukan dengan metode agar plating pada media Tryptic Soy Agar (TSA) dimana kadar garamnya disesuaikan dengan sumbernya.. Hasil isolasi bakteri pada Waepella Hot Spring diperoleh sebanyak 14 isolat bakteri (Tabel 3) sedangkan pada tambak garam Jeneponto diperoleh sebanyak 12 isolat bakteri (Tabel 4).

Tabel 3. Karakteristik extremophiles bakteri yang diisolasi dari sumber air panas Waepella Hot Spring Sinjai

No.	Isolate Code	Colony colour	Gram Staining	Cell shapes	Katalase	Endospore
1.	IND-UNM SA.49.1.1	White	positive	Rod	-	+
2.	IND-UNM SA.49.2.1	White	negative	Rod	-	-
3.	IND-UNM SA.49.1.2	White	negative	Cocci	+	+
4.	IND-UNM SA.49.2.2	White	positive	Cocci	+	-

5.	IND-UNM ST.53.1	White	negative	Cocci	+	-
6.	IND-UNM ST.53.2	White	negative	Cocci	+	-
7.	IND-UNM ST.53.3	White	negative	Rod	+	-
8.	IND-UNM ST.53.4	Yellow	negative	Cocci	+	-
9.	IND-UNM SS.55.1.1	White	Negative	Cocci	+	-
10.	IND-UNM SS.55.2.1	White	positive	Cocci	+	+
11.	IND-UNM SS.55.1.1	White	Negative	Rod	-	-
12.	IND-UNM SS.55.2.2	White	negative	Rod	+	-
13.	IND-UNM ST 53 P1	White	Negative	Cocci	+	-
14.	IND-UNM ST 53 P2	White	Negative	Cocci	+	+

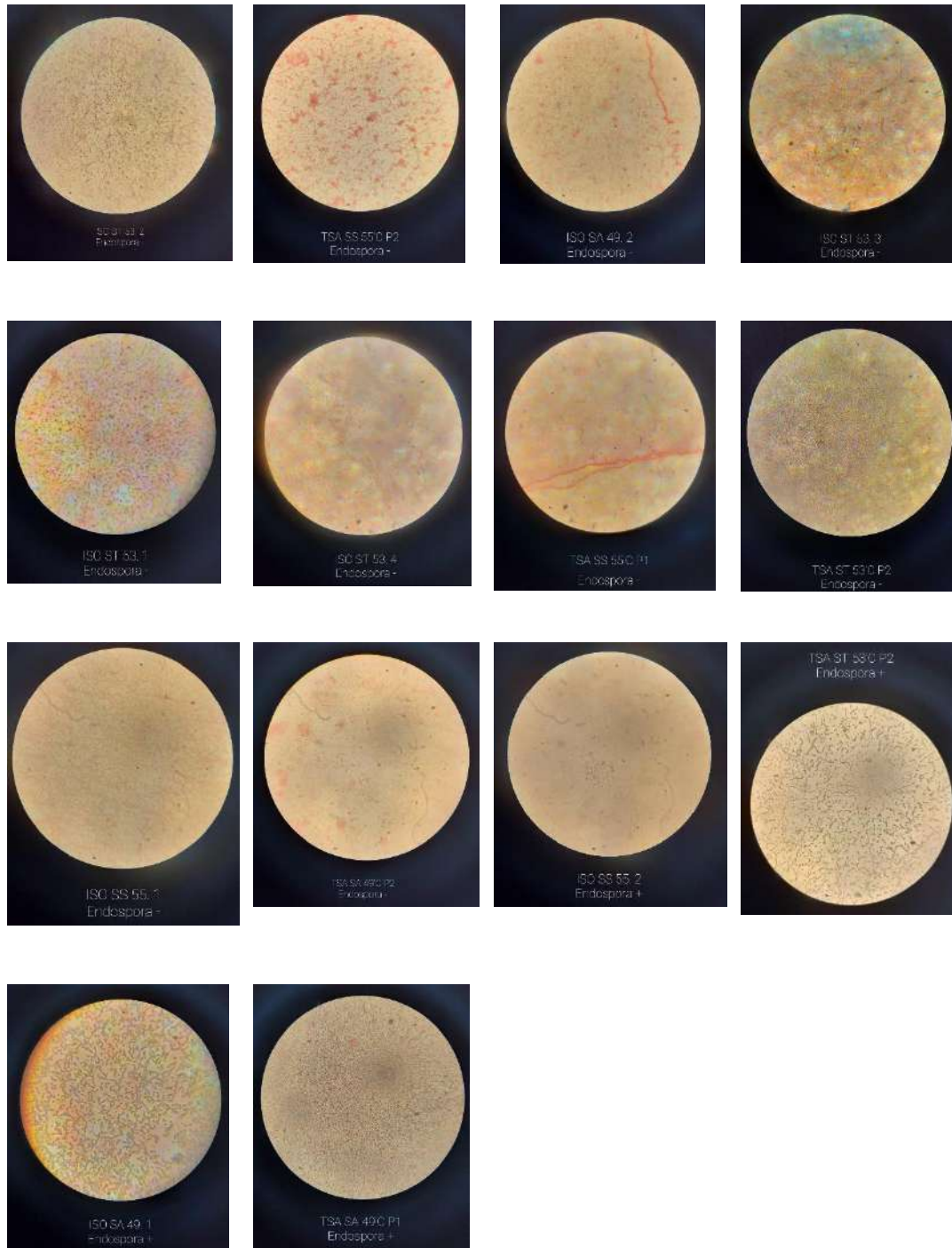
Sumber air panas merupakan salah satu lingkungan ekstrim yang terbentuk secara alami. Lingkungan ini menjadi objek penelitian yang menarik dikarenakan kondisi lingkungan yang memiliki suhu yang sangat tinggi jauh melebihi suhu optimum untuk menunjang kehidupan sebagian besar organisme hidup namun masih ditemukan organisme yang mampu hidup dan berkembang biak pada suhu yang sangat tinggi melebihi 40°C. Pada kondisi ini, organisme yang hidup memiliki mekanisme tertentu untuk dapat bertahan hidup pada kondisi ekstrim temperature dan kelembaban rendah. Dari penelitian ini berhasil diisolasi 14 isolate bakteri. Secara morfologi, dari 14 isolate yang ditemukan, semua isolate koloninya berbentuk bulat dan hampir semuanya memiliki warna koloni putih susu kecuali isolate IND-UNM ST.53.4 yang memiliki koloni berwarna kuning. Perbedaan warna koloni bakteri lebih disebabkan oleh perbedaan kandungan pigmen. Warna koloni bakteri dapat disebabkan oleh perbedaan kandungan pigmen diantaranya pigmen karotenoid, antosianin dan melanin (Savitri, 2006). Untuk bentuk sel terdapat 2 bentuk yakni bentuk batang (rod) 5 isolate dan bentuk bulat (cocci) 9 isolate.

Berdasarkan hasil uji pewarnaan gram, kebanyakan isolate bersifat gram negative yakni 11 isolate dan terdapat 3 isolate yang gram positif. Pewarnaan gram isolate dimaksudkan untuk memudahkan pengamatan morfologi bakteri yakni bentuk sel serta struktur sel bakteri. Pada pewarnaan gram, bakteri gram

positif akan berwarna ungu sedangkan bakteri gram negative akan berwarna merah/pink. Perbedaan hasil pewarnaan gram bakteri disebabkan karena perbedaan struktur dinding sel pada isolate bakteri. Bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel yang hanya tersusun dari satu lapisan peptidoglikan yang relatif tebal sedangkan bakteri gram negative memiliki dinding sel yang tersusun atas dua lapisan dinding sel yakni lapisan luar yang tersusun dari lipopolisakarida dan protein, dan lapisan dalam yang tersusun dari peptidoglikan tetapi lebih tipis dari pada lapisan peptidoglikan pada bakteri gram positif.

Hasil uji katalase menunjukkan bahwa sebagian besar isolate yang diperoleh bersifat katalase positif (11 isolates) dan 3 isolate bersifat katalase negative. Bakteri positif katalase ditunjukkan dengan dengan terbentuknya gelembung-gelembung udara saat ditetesi H_2O_2 3% yang berarti ada pembentukan gas oksigen (O_2) sebagai hasil pemecahan hydrogen peroksida (H_2O_2) oleh enzim katalase yang diproduksi oleh bakteri tersebut sedangkan pada bakteri negative katalase tidak akan terbentuk gelembung udara saat ditetesi H_2O_2 . Katalase merupakan enzim yang mengkatalis penguraian hydrogen peroksida menjadi air dan oksigen dimana H_2O_2 bersifat toksik terhadap sel karena menonaktifkan enzim dalam sel (Locke et al, 2013). Bakteri katalase positif bersifat aerob karena hydrogen peroksida terbentuk sewaktu metabolisme aerob sehingga bakteri aerob harus menguraikan bahan toksik H_2O_2 (Lay 1994).

Hasil pewarnaan uji endospore dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pewarnaan endospore pada isolate menunjukkan bahwa hanya terdapat 3 isolates bakteri positif endospore. Menurut Travis (2007), bakteri positif endospore memungkinkan bakteri mampu bertahan dari faktor lingkungan yang kurang menguntungkan seperti panas, asam dan garam untuk jangka waktu yang lama, hingga kondisi lingkungan kembali cocok bagi perkembangannya.



Gambar 2. Hasil pengamatan mikroskop uji endospore bakteri extremophiles

Tabel 4. Karakteristik extremophiles bakteri yang diisolasi dari Tambak Garam Jeneponto

No.	Isolate Code	Colony colour	Gram Staining	Cell shapes	Source of Isolate
1.	IND-UNM TG.4.2	white	negative	Cocci	Salt pond sta.1
2.	IND-UNM TG.4.3	white	Negative	Cocci	Salt pond sta.2
3.	IND-UNM TG.4.4	white	negative	Cocci	Salt pond sta.1
4.	IND-UNM TG.7.2	white	negative	Rod	Salt pond sta.3
5.	IND-UNM TG.12.1	White	Negative	Rod	Salt pond sta.3
6.	IND-UNM TG.12.2	White	negative	Rod	Salt pond sta.2
7.	IND-UNM TG.12.3	Brown	negative	Cocci	Salt pond sta.3
8.	IND-UNM TG.12.4	Brown	positive	Cocci	Salt pond sta.1
9.	IND-UNM TG.17.1	Brown	negative	Cocci	Salt pond sta.3
10.	IND-UNM TG 17.2	Brown	positive	Rod	Salt pond sta.3
11.	IND-UNM TG 17.3	White	positive	Rod	Salt pond sta.2
12.	IND-UNM TG 17.4	White	positive	Cocci	Salt pond sta.1

Tambak garam Jeneponto merupakan salah satu habitat ekstrim dengan salinitas yang sangat tinggi. Secara morfologi isolate yang diperoleh kebanyakan berwarna putih (8 isolat) dan 4 isolat lainnya berwarna kecoklatan. Bentuk sel isolate bakteri terdiri dari bentuk bulat (coccus) dan batang (rod) masing-masing sebanyak 6 isolates. Berdasarkan hasil pewarnaan gram diketahui bahwa terdapat 4 dari 12 isolate yang merupakan bakteri gram positif.

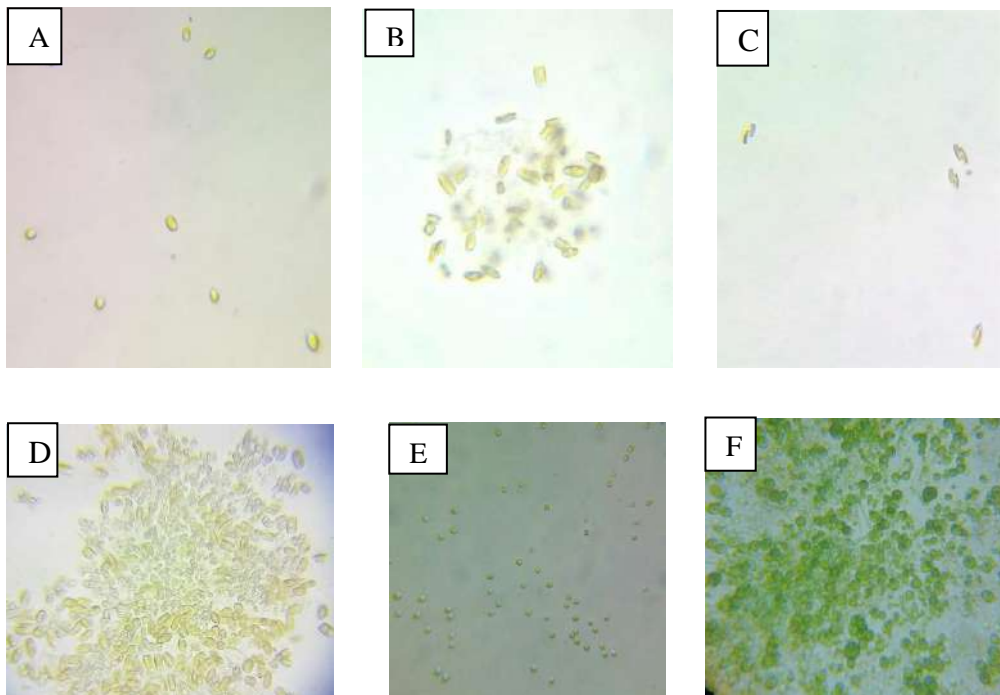
4.3 Extremophile mikroalga pada Waepella Hot Spring Sinjai dan Tambak Garam Jeneponto

Mikroalga merupakan organisme yang berukuran mikroskopis yang berfotosintesis yang dapat ditemukan pada hampir semua habitat perairan termasuk pada habitat ekstrim yang memiliki kondisi fisika-kimia diluar ambang batas yang dapat ditolerir oleh kebanyakan organisme. Pada penelitian ini berhasil diisolasi beberapa jenis mikroalga pada dua habitat ekstrim yakni Waepella Hot Spring yang merupakan perairan sumber air panas dengan suhu perairan berkisar 49-55°C dan tambak garam Jeneponto yang merupakan perairan dengan kadar garam yang sangat tinggi berkisar 40 hingga lebih dari 100 ppt. Isolate yang diperoleh dari sumber air panas Waepella Sinjai sebanyak 2 isolates

dan 4 isolat dari tambak garam Jeneponto. Biakan murni mikroalga yang berhasil diisolasi dapat dilihat pada Gambar 3 serta photomicrograph dari isolate dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Biakan murni isolate mikrolaga dari Waepella Hot Spring Sinjai dan Tambak Garam Jeneponto



Gambar 4. Photomicrograph isolate microalgae dari from Salt-Pond Jeneponto (A-D) dan Waepella Hot Spring Sinjai (E-F). A. Iso IND-UNM-ALG 1; B. Iso IND-UNM-ALG 2; C. Iso IND-UNM-ALG 3; D. Iso IND-UNM-ALG 4; E. Iso IND-UNM-ALG 5; F. Iso IND-UNM-ALG 6

Industri mikroalga telah berkembang sejak lama namun hingga saat ini jumlah spesies mikroalga yang sudah diproduksi dalam skala industri masih sedikit (Richmond, 2004) terutama untuk jenis mikroalga yang diproduksi secara massal pada kondisi outdoor (Torzillo et al., 2003). Kondisi lingkungan outdoor yang berfluktuasi termasuk suhu, intensitas cahaya dan salinitas sangat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas mikroalga. Oleh karena itu, mikroalga yang memiliki kemampuan untuk mentolerir suhu, salinitas dan intensitas cahaya yang tinggi memiliki potensi untuk dikembangkan secara komersil pada kondisi outdoor.

Dari hasil penelitian ini berhasil diisolasi beberapa jenis mikroalga dari sumber air panas Sinjai dan Tambak garam Jeneponto. Isolat mikroalga yang diperoleh pada sumber air panas ada 2 dan keduanya dari kelas Chlorophyceae. Kedua jenis mikroalga ini berwarna hijau, berbentuk bulat single sel, memiliki pertumbuhan yang bagus saat dipindahkan dari media agar padat ke media cair. Untuk isolate dari tambak garam, dari empat isolate yang diperoleh tiga diantaranya adalah jenis pennate diatom (Bacillariophyceae) dengan warna coklat keemasan dan satu jenis yang berwarna hijau kekuningan dan memiliki dua buah flagell dari kelas Chlorophyceae. Keempat jenis mikroalga dari tambak garam tersebut juga memiliki pertumbuhan yang baik saat ditransfer dari media padat ke media cair serta tidak bersifat benthik meskipun dari jenis pennate diatom yang umumnya bersifat benthik yang melekat kuat pada wadah/substrat. Karakteristik mikroalga seperti ini memungkinkan mereka untuk mudah dikultur pada kolam terbuka raceway yang digerakkan dengan paddle wheel sehingga sel-sel mikroalga akan tetap tersuspensi dalam kolom air untuk mendapatkan cahaya yang optimal untuk pertumbuhan serta memiliki produktivitas yang tinggi. Mikroalga ini tidak hanya akan mampu hidup pada kondisi perairan yang ekstrim tetapi juga akan meminimalisir kontaminasi dari jenis mikroalga lainnya karena tidak banyak mikroalga yang dapat bertahan hidup pada kondisi ekstrim. Sebagai contoh, mikroalga *Dunaliella salina* yang telah diproduksi secara komersil untuk menghasilkan beta-karotene tumbuh dengan baik pada kadar garam yang tinggi mencapai 300 ppt. Dengan kadar garam yang sangat tinggi tersebut, mikroalga ini berhasil dikultur pada kolam outdoor tanpa gangguan yang berarti dari

kontaminan. Demikian juga dengan mikroalga jenis *Spirulina* sp. yang diproduksi secara komersial untuk berbagai aplikasi industri termasuk sebagai food supplement dan bahan obat, bahan baku pakan, obat, kosmetik tumbuh dengan baik pada kadar pH yang sangat tinggi yakni pH 9 -11 sehingga peluang terjadinya kontaminasi sangat kecil karena tidak banyak mikroalga yang dapat bertahan pada pH tersebut.

Mikroalga yang dapat tumbuh dengan baik pada habitat ekstrim memiliki mekanisme tertentu untuk bertahan pada kondisi ekstrim. *D. salina* yang hidup pada kadar garam sangat tinggi memproduksi glycerol sebagai osmoregulant dan beta-karotene sebagai pelindung dari intensitas cahaya matahari yang sangat tinggi (Indrayani, 2017). Mikroalga yang hidup pada sumber air panas potensial untuk dikembangkan sebagai sumber enzyme yang tahan terhadap suhu tinggi (Varshney et al. 2014).

Extremophiles bakteri dan mikroalga memiliki potensi untuk dikembangkan untuk berbagai keperluan bioteknologi dan industry. Oleh karena itu kegiatan bioprospeksi dari extremophiles perlu terus dilakukan. Penelitian ini merupakan bagian dari upaya eksplorasi dan pengembangan extremophiles untuk menghasilkan produk-produk baru untuk berbagai aplikasi industry.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari penelitian ini berhasil diperoleh 14 jenis isolate bakteri dari sumber air panas Waepella Sinjai dan 12 isolate bakteri dari tambak garam Jeneponto. Karakteristik isolate bakteri yang dihasilkan berbede-beda dari segi warna, bentuk sel, uji pewarnaan gram, katalase dan endospore. Untuk mikroalga berhasil diperoleh 6 isolate mikroalga yang terdiri dari 3 kelas yakni Bacillariophyceae (3 isolates), cyanophyceae (1 isolate) dan Chlorophyceae (2 isolates). Isolate yang diperoleh akan diteliti lebih lanjut dan dikembangkan untuk berbagai aplikasi industry

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian sejenis pada habitat ekstrim lainnya di Sulawesi Selatan yang belum diteliti/iekslore sehubungan dengan keberadaan ekstremophiles yang memiliki potensil aplikasi biotechnology dan industry yang luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen RA, Kawachi M (2005) Traditional microalgae isolation techniques. In: Andersen RA (ed) Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, London, pp83-100
- Arora NK, Panosyan H (2019) Extremophiles: applications and roles in environmental sustainability. *Environmental Sustainability* (2019) 2:217–218 <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00082-0>
- Avron, M., Ben-Amotz, A., 1992. *Dunaliella: Physiology, Biochemistry, and Biotechnology*. CRC Press, Boca Raton.
- Borowitzka MA (2013) Species and strain selection. In: Borowitzka MA, Moheimani NR (eds) *Algae for biofuels and energy*. Springer, Dordrecht, pp77-89
- Chisti. Y. 2007. Biodiesel from Microalgae. *Institute of Technology and Engineering, Massey University, Biotechnology Advances* 25, 294–306 p.
- De Fretes, H., A. B. Susanto., B. Prasetyo, dan L. Limantara. 2012. Karotenoid dari Mikroalga dan Makroalga : Potensi Kesehatan Aplikasi dan Bioteknologi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. XXIII (2) : 221-228.
- Del Campo JA, Garcia-Gonzalez M, Guerrero MG (2007) Outdoor cultivation of microalgae for carotenoid production: current state and perspectives. *Appl Microbiol Biotechnol* 74 (6):1163-1174
- Gong Y, Jiang M (2011) Biodiesel production with microalgae as feedstock: from strains to biodiesel. *Biotechnol Lett* 33:1269-1284
- Guillard RRL, Ryther JH (1962) Studies of marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve) Gran. *Can J Microbiol* 8:229-238.
- Harley JP. *Laboratory Exercises in Microbiology*, Sixth Edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc; 2005
- Horneck, G., Klaus, D. M., and Mancinelli, R. L. (2010). Space microbiology. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 74, 121–156. doi: 10.1128/MMBR.00016-09
- Indrayani I. 2017. Isolation and Characterization of Microalgae with Commercial Potential. [Dissertation]. Murdoch University, Perth, Western Australia
- Indrayani I, Haslianti, Asriyana. 2018. Isolation and screening of marine microalgae from Kendari waters, Southeast Sulawesi, Indonesia suitable for outdoor mass cultivation in hypersaline media. *AAAC Bioflux* 11 (5): 1445-1455.
- Indrayani I, Moheimani NR, Borowitzka MA. 2019. Long-term reliable culture of a halophilic diatom, *Amphora* sp. MUR258, in outdoor raceway ponds. *J Appl Phycol* 31: 2771-2778.
- Indrayani I, Moheimani, NR, de Boer K, Bahri PA, Borowitzka, MA. 2020. Temperature and salinity effects on growth and fatty acid composition of a halophilic diatom, *Amphora* sp. MUR258 (Bacillariophyceae). *J Appl Phycol* 31 (5), 2771-2778.
- Kusumaningrum, H. P. dan M. Zainuri. 2013. Aplikasi Pakan Alami Kaya Karotenoid untuk Post Larvae *Penaeus monodon* Fab. *Jurnal Ilmu Kelautan* Vol. 18 (3) : 143-149. ISSN 0853-7291.
- Larkum AWD, Ross IL, Kruse O, Hankamer B (2012) Selection, breeding and

- engineering of microalgae for bioenergy and biofuel production. *Trends Biotechnol* 30(4):198-205.
- Lay, BW. 1994. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Locke, T., S. Keat, A. Walker and R. Mackinnon. 2013. *Microbiology and Infectious Diseases on The Move*. Diterjemahkan oleh Akbarini, R. PT. Indeks, Jakarta.
- Mata TM, Martins AA, Caetano NS (2010) Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renew Sust Energy Rev* 14 (1):217-232
- Olaizola M (2003) Commercial development of microalgal biotechnology : from test tube to the marketplace. *Biomol Eng* 20:459-466.
- Merino N, Aronson HS4, Bojanova DP, Jayme Feyhl-Buska J., Wong ML, Zhang S, Iovannelli D (2019) Living at the Extremes: Extremophiles and the Limits of Life in a Planetary Context. *Frontiers in Microbiology* 10. doi: 10.3389/fmicb.2019.00780
- Mohammad, BT. Al Daghistani, HI. Jaouani, A. Abdel-Latif, S. Kennes, C. 2017. Isolation and characterization of thermophilic bacteria from Jordanian Hot Spring: *Bacillus licheniformis* dan *Thermomonas hydrothermalis* isolates as potential producer of thermostable enzymes. *Hindawi International Journal of Microbiology* vol. 2017. <https://doi.org/10.1115/2017/6943952>
- Nur, M. M .A. 2014. Potensi Mikroalga sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia (overview). *Jurnal Eksergi*. Vol XI (2) : 1-6.
- Olaizola M (2003) Commercial development of microalgal biotechnology :from test tube to the marketplace. *Biomol Eng* 20:459-466
- Raharjo. 2007. *Analisa Performa Mesin Diesel dengan Bahan Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar*. Makalah pada Seminar Nasional Teknologi, Yogyakarta.
- Ramajaj, S. and Juntawong. 2015. Identification and Comparison of Culture Medium for High β -carotene Production by *Dunaliella salina* KU11 Isolated from Salt Soil Samples Collected from Northeastern parts of Thailand. Bioscience Program, Faculty of Science, Kasetsart University. Bangkok. Researchgate. 10pp
- Richmond, A., 2004. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. Blackwell Science, Oxford, OX, UK; Ames, Iowa, USA.
- Romimohtarto, K., 2004, *Meroplankton Laut: Larva Hewan Laut yang Menjadi Plankton*, Djambatan, Jakarta.
- Rivasseau, C., Farhi, E., Atteia, A., Couté, A., Gromova, M., Gromovade Gouvion Saint Cyr, D., Boisson, A.-M., Féret, A.-S., Compagnon, E., Bligny, R., 2013. An extremely radioresistant green eukaryote for radionuclide biodecontamination in the nuclear industry. *Energy Environ. Sci.* 6, 1230.
- Rothschild, L. J., and Mancinelli, R. L. (2001). Life in extreme environments. *Nature* 409, 1092–1101. doi: 10.1038/35059215
- Sartono, CM., Soedarsono, P., Muskanonfolo, MR., 2013. Konversi tonase air dengan berat garam yang terbentuk di areal pertambangan tanggultlare jepara. *Journal of management of aquatic resources* 2 (3): 20-26.
- Silli, C., Torzillo, G., Vonshak, A., 2012. *Arthrospira (Spirulina)*, pp. 677–705.

- In: Whitton, B.A. (Ed.), Ecology of Cyanobacteria II. Their Diversity in Space and Time. Springer.
- Torzillo, G., Pushparaj, B., Masojidek, J., Vonshak, A., 2003. Biological constraints in algal biotechnology. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 8, 338–348.
- Varshney, P, Mikulic, P, Vonshak, A, Beardall, J, Wangikar, JP (2015) Extremophilic micro-algae and their potential contribution in biotechnology. *Bioresource Technology* 184 : 363–372
- Vonshak, A., Richmond, A., 1988. Mass production of the blue-green *Spirulina*: an overview. *Biomass* 15, 233–247.
- Yamagishi, A., Kawaguchi, Y., Hashimoto, H., Yano, H., Imai, E., Kodaira, S., et al. (2018). Environmental data and survival data of *Deinococcus aetherius* from the exposure facility of the Japan experimental module of the international space station obtained by the tanpopo mission. *Astrobiology* 18, 1369–1374. doi: 10.1089/ast.2017.1751

Lampiran 1. Dokumentasi kegiatan sampling di sumber air panas Waepella di Desa kampala, Kec. Sinjai Timur, Kabupaten Sinjai



Lampiran 2. Dokumentasi kegiatan sampling di tambak garam di Kelurahan Pallengu, Kec. Bangkala, Kabupaten Jenepono



Lokasi sampling di Tambak Garam



Pengukuran suhu



Pengukuran pH



Pengukuran Salinitas



Pengambilan sampel air pada tambak garam

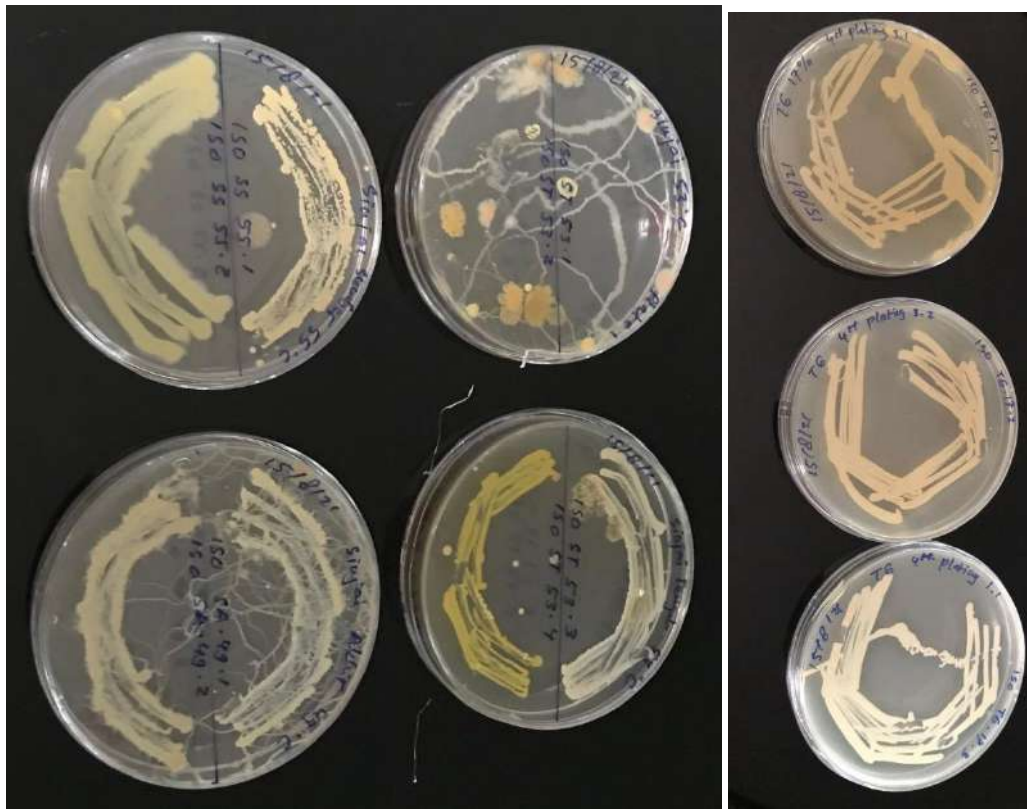
Lampiran 3. Dokumentasi kegiatan pembuatan media untuk keperluan isolasi .

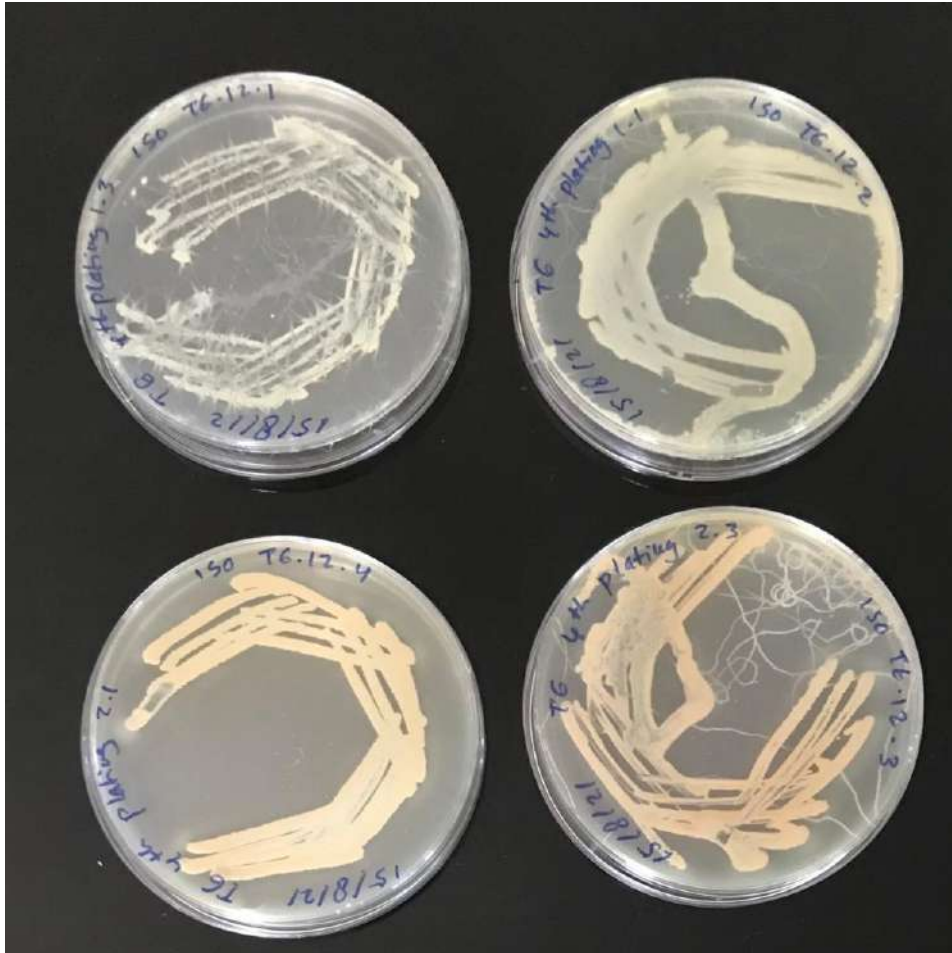


Lampiran 4. Kegiatan isolasi Bakteri dan Mikroalga

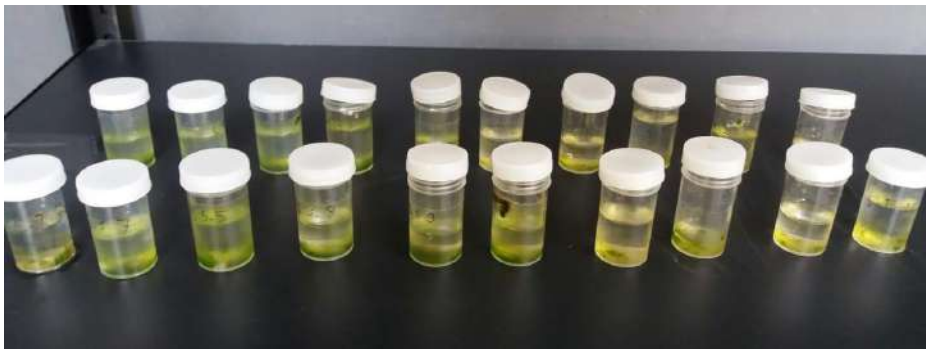
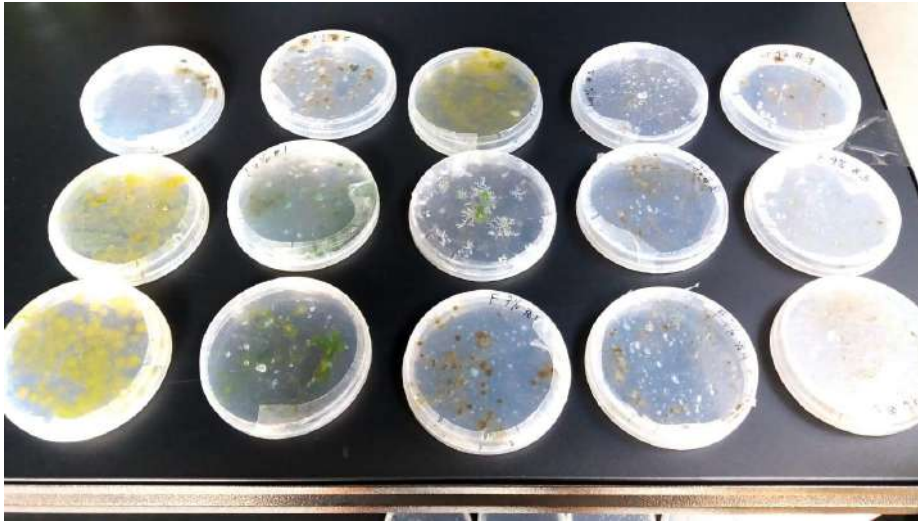


Lampiran 5 . Isolat Bakteri pada media agar





Lampiran 6. Isolat Mikroalga pada media agar dan liquid



Lampiran 7. Biodata Tim Peneliti/Pelaksana

A. Identitas Diri Ketua Peneliti

1	Nama lengkap (dengan gelar)	Indrayani, S.Pi, M.Biotech.Stu, Ph.D
2	Jenis Kelamin L/P	P
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197412232001 12 2001
5	NIDN	0023127404
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Ujung Pandang, 23-12-1974
7	E-mail	Indrayani_tajudin@yahoo.com.au indrayani@unm.ac.id
8	Nomor Telepon/HP	082188629424 / 087840311101
9	Alamat Kantor	Kampus UNM Parangtambung, Program Studi pendidikan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas negeri Makassar
10	Nomor Telepon/Faks	-
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1=31 S2= 2 S3= Belum ada
12	Mata Kuliah yang diampu	S1 1. Biologi Terapan 2. Planktonologi 3. Pakan Ikan 4. Biokimia Hasil Pertanian 5. Kualitas Air 6. Teknologi Pengolahan Rumput Laut 7. Teknologi Pengolahan Produk Baru 8. Teknologi Enzim 9. Pengembangan Pangan Fungsional 10. Mikrobiologi 11. Teknologi Fermentasi 12. Toksikologi

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Hasanuddin	The Finders University, Australia	Murdoch University, Australia
Bidang Ilmu	Manajemen Sumberdaya Perairan	Biotechnology Studies	Biological Sciences (Microalgae Biotechnology)
Tahun Masuk-Lulus	1997-1992	2004-2007	2011-2017

Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Dinamika Populasi Ikan Baronang <i>Siganus javus</i> di Perairan Pulau Battoa Teluk Mandar Sulawesi Selatan	Silica Nanostructure Formation from Diatom Protein and R5 Peptide	Isolation and Characterization of Microalgae with Commercial Potential
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Lodewick Tandipayung, M.Si dan Ir. Faisal Amir, M.Si	Dr. Nicholas Voelcker and Dr. Jim Mitchell	Prof. Michael A. Borowitzka and Dr. Navid Moheimani

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No	Tahun	Judul	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1	2017	Isolasi dan Skrining Oleaginous Mikroalga Laut yang Potensial di Kultur Massal pada Hypersaline Media sebagai Biodiesel feedstock (Ketua Peneliti)	Kemenristekdikti (Penelitian Terapan)	73.000.000 (tahun 1)
2	2017	Kaji Tindak Sistem IMTA (Integrated Multi-Tropic Aquaculture) Udang, Bandeng dan Rumput Laut pada Tambak Tidak Produktif di Sulawesi Tenggara (Ketua Peneliti)	Balitbang Prov. Sulawesi Tenggara	285.000.000
3	2018	Isolasi dan Skrining Oleaginous Mikroalga Laut yang Potensial di Kultur Massal pada Hypersaline Media sebagai Biodiesel feedstock (Ketua Peneliti)	Kemenristekdikti (Penelitian Strategis Nasional)	140.000.000 (tahun ke 2)
4	2019	Isolasi dan Skrining Oleaginous Mikroalga Laut yang Potensial di Kultur Massal pada Hypersaline Media sebagai Biodiesel feedstock	Kemenristekdikti (Penelitian Terapan)	190.341.000 (tahun ke 3)

		(Ketua Peneliti)		
5	2019	Pengembangan sistem integrasi akuakultur multikomoditas (losbter, kerang mutiara mabe, ikan kerapu/bandeng) untuk peningkatan 300% produktivitas karamba jaring apung (Anggota Peneliti)	DRPM- Penelitian Terapan	159.300.000 (Tahun ke 1)
6	2020	Pengembangan sistem integrasi akuakultur multikomoditas (losbter, kerang mutiara mabe, ikan kerapu/bandeng) untuk peningkatan 300% produktivitas karamba jaring apung (Anggota Peneliti)	DRPM- Penelitian Terapan	181.000.000 (Tahun ke 2)

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (juta Rp)
1	2007	Penyuluhan Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berbasis Masyarakat di Desa Lolibu Kecamatan Lakudo Kabupaten Buton (Anggota0	Mandiri	10.000.000
2	2009	Pengolahan Rumpul Laut pada Petani Rumpul Laut di Desa Sampara Kota Kendari Sulawesi Tenggara (Anggota)	Pemda Kota Kendari	10.000.000
3	2017	Penyuluhan tentang pengenalan dan pengendalian penyakit pada udang di Desa Mondoe Kecamatan Palangga Selatan Kabupaten Konsel Sulawesi Tenggara (Anggota)	Mandiri	5.000.000
4	2018	Sosialisasi dan Pelatihan Pembuatan Olahan Rumpul Laut di Desa Namu Sulawesi Tenggara (Ketua)	Mandiri	10.000.000
5	2018	Bimbingan Teknis Budidaya Mikroalga Pada Unit Pelaksana Teknis Daerah	DIPA/UHO	10.000.000

	(Uptd) Balai Benih Perikanan (Bbp) Kendari Kelurahan Purirano Kota Kendari Sulawesi Tenggara (Anggota)		
--	--	--	--

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Trophic ecology of twoblotch ponyfish <i>Nuchequula blochii</i> in Kendari Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia (Co-Author)	AACL Bioflux (Q3, Scopus)	Volume 11, Issue 1, 2018
2	Isolation and screening of marine microalgae from Kendari waters, Southeast Sulawesi, Indonesia suitable for outdoor mass cultivation in hypersaline media (First Author)	AACL Bioflux (Q3, Scopus)	Volume 11, Issue 5, 2018
3	Long-term reliable culture of a halophilic diatom, <i>Amphora</i> sp. MUR258, in outdoor raceway ponds (First Author)	Journal of Applied Phycology (Q1, Scopus)	Published online 11 April 2019 (https://doi.org/10.1007/s10811-019-01803-y)
4	Antioxidant status and oxidative stress markers of white faeces syndrome-infected Pacific white shrimp (<i>Litopenaeus vannamei</i> Boone) (co-author)	AACL Bioflux (Scopus, Q3)	Volume 13/ Issue 2/2020
5	Effect of culture duration on layer thickness and pearl quality of winged pearl oyster <i>Pteria penguin</i> (Bivalvia: Pteriidae) in Palabusa waters, Buton Strait, Southeast Sulawesi (corresponding author)	AACL Bioflux (Scopus, Q3)	Volume 13/ Issue 2/2020
6	Growth, biomass and lipid productivity of a newly isolated tropical marine diatom, <i>Skeletonema</i> sp. UHO29, under different light intensities (first author)	Biodiversitas ISSN: 1412-033X E-ISSN: 2085-4722 (Scopus, Q3)	Volume 21, Number 4, April 2020 Pages: 1498-1503 DOI: 10.13057/biodiv/d210430
7	The selected facultative mixotrophic sulphuroxidizing bacteria from intensive shrimp ponds (co-author)	AACL Bioflux (Scopus, Q3)	Volume 13, Issue 5, 2020
8	Temperature and Salinity effects	Journal of Applied	Journal of Applied

	on growth and fatty acid composition of a halophilic diatom, <i>Amphora</i> sp.MUR258 (Bacillariophyceae) (First Author)	Applied Phycology (Q1, Scopus)	Phycology (2020) 32:977–987 https://doi.org/10.1007/s10811-020-02053-z
9	Growth and lipid production of a newly isolated microalga <i>Nannochloropsis</i> sp. UHO3 at increasing salinity	AACL Bioflux (Scopus, Q3)	Volume 14 (2), 2021
10	The abundance and diversity of phosphate-solubilizing bacteria in integrated recirculating aquaculture systems as a function of harvesting regime of duckweed (<i>Lemna minor</i> L.). AAAL Bioflux 14(5):3055-3067	AAAL Bioflux	Volume 14 (5): 3055-3067 2021
11	Transfer of maternal immunity using a polyvalent vaccine and offspring protection in Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i>	F1000Research September2021	https://doi.org/10.12688/f1000research.52932.1

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/SeminarTahun	Judul Artikel Ilmiah	Tempat dan Waktu
1	5 th Congress of the International Society for Applied Phycology	Effect of salinity and temperature on the growth and lipid composition of hypersaline <i>Amphora</i> sp MUR 258 (Baccillariophyceae)	22-27 June 2014, Sydney, Australia
2	The 9 th Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology (APCAB)	Long-term reliable culture of a halophilic diatom, <i>Amphora</i> sp. MUR 258, in outdoor raceway ponds	15-18 November 2016, Bangkok, Thailand
3	The 1st International Seminar on Sustainability in the Marine Fisheries Sector	Growth and Productivity of a Diatom <i>Amphora</i> sp MUR 258 under different Culture Conditions in Outdoor Raceway Ponds	16 September 2017, Kendari, Southeast Sulawesi
4	Simposium Makro dan Mikroalga	Isolation and Screening of Marine Microalgae from Kendari Waters, Southeast Sulawesi, Indonesia Suitable for Outdoor Mass Cultivation in Hypersaline	Makassar, 8 Agustus 2018

		Media	
5	Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan Berkelanjutan II	Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Lipid Microalga Strain <i>Nannochloropsis</i> sp IND-UHO 003	Kendari, 15 September 2018
6	The 2nd International Conperence on Tropical Studies and Its Application (ICOTROPS)	Biomass and Lipid Productivities of A Newly Isolated Diatom (<i>Melosira</i> sp IND-UHO-029) at Increasing Salinities	Balikpapan, 18-19 September 2018
7	Simposium Nasional VI Kelautan dan Perikanan	Pengaruh intensitas cahaya yang berbeda terhadap pertumbuhan, biomassa dan produktivitas lipid mikroalga laut <i>Skeletonema</i> sp.	Hotel Claro Makassar, 21 Juni 2019
8	2nd International Symposium on Marine Science dan Fisheries	Growth, Biomass and Lipid Productivities of a newly isolated marine diatom <i>Skeletonema</i> sp. Under different N:P ratio	Hotel Claro Makassar, 22 June 2019

G. Hak Kekayaan Intelektual dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul HKI	Jenis HKI	Nomor Permohonan	Status HKI
1	Halophilic Mikroalga <i>Skeletonema</i> sp.UHO29 Sebagai Biodiesel Feedstock	Paten Sederhana	SID201906912 (8 Agustus 2019)	Terdaftar (19 Agustus 2019)
2	Sistem integrasi budidaya lobster, ikan dan kerang mabepada karamba apung double kantong jaring dan tali gantung	Paten	SIDS00201910111 (7 November 2019)	Terdaftar (12 November 2019)
3	Oleaginous Mikroalga Laut <i>Nannochloropsis</i> sp. UHO3 sebagai bahan baku biodiesel	Paten	SID202002279 (23 Maret 2020)	Terdaftar (24 Maret 2020)

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian PNBK.

Makassar, 20 November 2021

Indrayani, S.Pi, M.Biotech.Stu, Ph.D
NIP. 19741223200112 2 001

A. IDENTITAS DIRI ANGGOTA PENELITI 1

1. Nama	:	Dr. SubariYanto, M.Si.
2. Tempat/Tgllahir	:	Wotu, 27 Juli 1965
3. Agama	:	Islam
4. Pekerjaan	:	Dosen PTP FT UNM
5. Pangkat / Golongan	:	PenataTk I / III.d
6. Jabatan	:	Lektor / Kepala UPT MKU UNM
7. AlamatRumah	:	JlnTun Abdul Razak BTN PaoPaoPermai G5 No. 23 Sumba OpuGowa Makassar
8. Alamat Kantor	:	Prodi PendidikanTeknologiPertanian FT UNM Jln. Daeng Tata Kampus UNM Parangtambung Makassar MenaraPhinisi Lt 12 – R.1202 Kampus UNM GunugsariBaru Jl. AP Pettarani Makassar
9. No. Telp /HP / e-Mail	:	081 343 786 057 sbyunm@gmail.com

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

NO.	STRATA	PRODI / MINAT	LULUS TAHUN	PERGURUAN TINGGI
1.	S1	PMP / KN	1989	IKIP Ujungpandang
2.	S2	KetahananNasional	1999	UniversitasGadjahMada
3.	S3	LingkunganPesisirdanLautan	2009	UniversitasBrawijaya

C. PENGALAMAN PENELITIAN

NO	JudulPenelitian	JabatandalamPenelitian	Tahun	Sumberdana
1.	PemanfaatanDaun Mangrove SebagaiMakananFunsionalDi Sulawesi Selatan	Ketua	2017	Kemenristek Dikti RI
2.	PengawetanBelutDenganMenggunakanLemariAsapdanTempurungKelapa	Ketua	2017	PNBP FT
3.	PenanggulanganPenyalahgunaanNarkoba Di KalanganPemuda Di Kota Pare-Pare	Anggota	2017	PNBP Pusat

D. PENGALAMAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

N	Judul PPM	JabatanDalam PPM	TAHUN	Sumber Dana
1.	DiklatPemberdayaanMasyarakat di KabupatenAmahai Maluku Tengah	Ketua	2015	Kemendes PDT/T
2.	DiklatPemberdayaanMasyarakat di Kabupaten Raja Ampat Papua Barat	Ketua	2015	Kemendes PDT/T
3.	DiklatPemberdayaanMasyarakat di KabupatenKota Makassar	Ketua	2016	Kemendes PDT/T

4.	Diklat Pemberdayaan Masyarakat di Kabupaten Manowari Barat propinsi Papua Barat	Ketua	2016	Kemendes PDT/T
5.	Diklat Pemberdayaan Masyarakat di Kec. Malunda Kabupaten Majene Propinsi Sulawesi Barat	Ketua	2017	Kemendes PDT/T
6.	Pemberdayaan Masyarakat Nelayan dalam Ke-wirausahaan di Kabupaten Pangkep	Ketua	2017	PNBP Fakultas Psikologi
7.	Diklat Pemberdayaan Masyarakat di Kabupaten Barru	Ketua	2017	Kemendes PDT/T
8.	Diklat AMDAL	Peserta	2019	Enviro Training and consultan
9.	Pelatihan Penyusunan Dokumen RPL-UPL	Peserta	2020	Enviro Training and consultan

E. PENGALAMAN ORGANISASI PROFESI

.	NAMA ORGANISASI	Jabatan Dalam Organisasi	Masa Bakti
	Asosiasi Dosen Kewarganegaraan (ADPKN) Sulawesi Selatan	Ketua Umum	2016 – 2019
	Pusat Komunikasi Gerakan Bela Negara (Puskom) GBN Sulawesi Selatan	Ketua	2015 – 2018
	APTEKINDO	Anggota	2017 - 2019
	Ikatan Alumni Resimen Mahasiswa Indonesia (IARMI)	Pembina	2016 – 2018
	Lembaga Hukum Indonesia	Pembina	2016 – 2019

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian PNBP.

Makassar, 20 November 2021
DosenYbs,

Dr. Subari Yanto, M.Si.
NIP 196507271994031002

A. Identitas Diri Anggota Peneliti 2

1	Nama Lengkap	Amiruddin Hambali, S.TP, M.Si
2	Jabatan Fungsional	Dosen Asisten Ahli
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	198508092019031011
5	NIDN	0909088504
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Parepare, 09 Agustus 1985
7	E-mail	amiruddin.hambali@unm.ac.id
8	Nomor Telepon/HP	+62 8114 494 114
9	Alamat Kantor	Jl. Daeng Tata Raya Parangtambung Makassar
10	Nomor Telepon/Faks	869834 – 869854 – 860468/868794
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = 5 orang
12	Mata Kuliah yang Diampu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisa Pangan Hasil Pertanian 2. Evaluasi Gizi Hasil Pertanian 3. Evaluasi Sensory 4. Mikrobiologi Pangan 5. Teknologi Fermentasi 6. Biokimia Hasil Pertanian 7. Teknologi Enzim 8. Fisiologi Pasca Panen 9. Teknik Pengemasan dan Penyimpanan 10. Teknologi Pengolahan dan Pengawetan 11. Toksikologi dan Keamanan Pangan

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Hasanuddin	Universitas Hasanuddin
Bidang Ilmu	Teknologi Hasil Pertanian	Ilmu dan Teknologi Pangan
Tahun Masuk-Lulus	2003 - 2009	2010-2012
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Pengaruh Ketebalan Tumpukan Biji Kakao tanpa Testa terhadap Aktivitas Pengepresan untuk Menghasilkan Lemak Kakao	Sistem Informasi Manajemen Mutu Biji Kakao pada Perusahaan Ekspor
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Nandi K. Sukendar, M.App.Sc	Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc

C. Pengalaman Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian
1	2003	Pengaruh Ketebalan Tumpukan Biji Kakao tanpa Testa terhadap Aktivitas Pengepresan untuk Menghasilkan Lemak Kakao
2	2012	Sistem Informasi Manajemen Mutu Biji Kakao pada Perusahaan Ekspor

3	2019	Uji Pupuk Organik Kotoran Kuda Hasil Pembakaran Dengan Beberapa Pupuk Terhadap Pertumbuhan Cabai Keriting Pada Tanah Miskin Hara
4	2019	Optimalisasi Penggunaan Learning Manajement System (LMS) di Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat
1	2018	Penyuluhan hidroponik Takalar
2	2019	Penyusunan sistem informasi dan Data Base Kelitbang Kabupaten Majene
3.	2019	Pelatihan Learning Manajement Sistem di Prodi PTP UNM.
4	2021	Pelatihan Penggunaan SIM ADAMI Balitbang Makassar

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1.	Uji Pupuk Organik Kotoran Kuda Hasil Pembakaran Dengan Beberapa Pupuk Terhadap Pertumbuhan Cabai Keriting Pada Tanah Miskin Hara	Diterbitkan di Jurnal Ecosolum, Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin (ISSN ONLINE : 2654-430X, ISSN : 2252 - 7923)	Volume 1 Tahun 2020.

F. Pemakalah Seminar Ilmiah

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/ Nomor/ Tahun
1	Prosiding Sistem Informasi Manajemen Mutu Biji Kakao pada Perusahaan Ekspor	Prosiding Seminar Nasional PATPI Cabang Makassar 2016 ISBN:978-602-73478-1-6	18-20 Agustus 2016 A
2	Prosiding Kajian Strategi Pengawasan dan Pengendalian Mutu Produk Ebi Furay PT. Nusa	Prosiding Seminar Nasional PATPI Cabang Makassar 2016 ISBN:978-602-73478-1-6	18-20 Agustus 2016

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian PNBK.

Makassar, 20 November 2021



Amiruddin Hambali, S.TP., M.Si.
NIP. 198508092019031011

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : INDRAYANI, S.Pi, M.Biotech, Stu, Ph.D

Alamat : Perumahan Griya Kenari Daya Blok B1, Makassar

berdasarkan Surat Keputusan Rektor Nomor 513/UN36/HK/2021 tanggal 29 April 2021 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 1235/UN36.11/LP2M/2021 dan DIPA Universitas Negeri Makassar No: SP DIPA-

023.17.2.677523/2021, tanggal 23 November 2020 mendapatkan Anggaran Penelitian ISOLASI DAN IDENTIFIKASI MIKROBAPADA HABITAT EKSTRIM DI SULAWESI SELATAN sebesar 15.000.000 .

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan penelitian di bawah ini meliputi :

No.	Uraian	Jumlah (Rp)
1.	Peralatan Penunjang	1.500.000
2.	Bahan Habis Pakai	5.300.000
3.	Transportasi	2.000.000
4.	Lain-lain (Publikasi, HKI, seminar dll)	6.200.000
	Jumlah	15.000.000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Makassar, 23-November-2021

(INDRAYANI, S.Pi, M.Biotech, Stu, Ph.D)
NIP 197412232001122001