

UJI PATOGENISITAS *Bacillus cereus* PTF TERHADAP MENCIT (*Mus musculus*) SEBAGAI MEDIATOR PEMBENTUKAN OLIGOSAKARIDA ALGINAT *Sargassum* sp.

SKRIPSI

Oleh :

**Ica Amelia
NPM 2114111009**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

UJI PATOGENISITAS *Bacillus cereus* PTF TERHADAP MENCIT (*Mus musculus*) SEBAGAI MEDIATOR PEMBENTUKAN OLIGOSAKARIDA ALGINAT *Sargassum* sp.

Oleh

Ica Amelia

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

PATHOGENICITY TEST OF *Bacillus cereus* PTF ON MICE (*Mus musculus*) AS A MEDIATOR FOR THE FORMATION OF *Sargassum* sp. ALGINATE OLIGOSACCHARIDE

By

Ica Amelia

Alginate Oligosaccharide (AOS) is a derivative of alginate that has better solubility in water and better bioactivity than its polymer. One of the mediators in the formation of alginate oligosaccharides (AOS) by enzymatic reaction of the bacterium *Bacillus cereus* PTF. The purpose of this study was to test the level of pathogenicity of *B. cereus* PTF bacteria mixed with alginate oligosaccharide (AOS) in mice (*Mus musculus*). The method used in this study was a complete randomized design (CRD) with 5 treatments in the form of adding 120 ml of *B. cereus* PTF bacteria each with a density of 10^2 cfu/ml, 10^4 cfu/ml, 10^6 cfu/ml, and 10^8 cfu/ml with 3 replications each. The results showed that feed supplemented with alginate oligosaccharides (OSA) and *B. cereus* PTF bacteria did not cause red blood cell lysis or clinical symptoms such as weakness, loose stools, increased appetite, and no mortality in mice. *B. cereus* PTF contained in alginate oligosaccharide (AOS) is not pathogenic, which is indicated by its inability to lyse red blood cells and the results of *in vivo* tests show no mortality in mice (*Mus musculus*).

Keywords: *Bacillus cereus* PTF, Mice, Alginate Oligosaccharide (AOS), Pathogenicity

ABSTRAK

UJI PATOGENISITAS *Bacillus cereus* PTF TERHADAP MENCIT (*Mus musculus*) SEBAGAI MEDIATOR PEMBENTUKAN OLIGOSAKARIDA ALGINAT *Sargassum* sp.

Oleh

Ica Amelia

Oligosakarida alginat (OSA) merupakan turunan dari alginat yang memiliki kelarutan lebih baik dalam air dan bioaktivitas yang lebih baik dari polimernya. Salah satu mediator dalam pembentukan oligosakarida alginat (OSA) dengan reaksi enzimatis dari bakteri *Bacillus cereus* PTF. Tujuan penelitian ini untuk menguji tingkat patogenisitas bakteri *B. cereus* PTF yang ditambahkan dengan oligosakarida alginat (OSA) pada mencit (*Mus musculus*). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan berupa penambahan 120 ml bakteri *B. cereus* PTF masing-masing dengan kepadatan 10^2 cfu/ml, 10^4 cfu/ml, 10^6 cfu/ml, dan 10^8 cfu/ml dengan masing-masing 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang telah ditambahkan oligosakarida alginat (OSA) dengan bakteri *B. cereus* PTF tidak mampu melisis sel darah merah, serta mengalami gejala klinis seperti lemas, feses mencair, nafsu makan meningkat dan tidak adanya tingkat kematian pada mencit. Bakteri *B. cereus* PTF yang terdapat dalam oligosakarida alginat (OSA) tidak bersifat patogen, yang ditunjukkan oleh ketidakmampuannya melisis sel darah merah serta hasil uji *in vivo* menunjukkan tidak ada kematian pada mencit (*Mus musculus*).

Kata Kunci: *Bacillus cereus* PTF, Mencit, Oligosakarida Alginat (OSA), Patogenisitas

Judul skripsi

: **UJI PATOGENISITAS *Bacillus cereus* PTF
TERHADAP MENCIT (*Mus musculus*)
SEBAGAI MEDIATOR PEMBENTUKAN
OLIGOSAKARIDA ALGINAT *Sargassum* sp.**

Nama Mahasiswa

: **Ica Amelia**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114111009

Program Studi

: **Budidaya Perairan**

Fakultas

: **Pertanian**



1. Komisi Pembimbing

Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.
NIP 198408052009121003

Almira Fardani Lahay, S.Pi., M.Si.
NIP 199110232022032010

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.



Sekretaris

: Almira Fardani Lahay, S.Pi., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002



Tanggal lulus ujian skripsi : 16 Juni 2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul “Uji Patogenisitas *Bacillus cereus* PTF Terhadap Mencit (*Mus musculus*) Sebagai Mediator Pembentukan Oligosakarida Alginat *Sargassum* sp.” tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 15 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Ica Amelia

NPM. 2114111009

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Taman Bogo Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung, pada 19 Januari 2002 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Agus Susanto dan Ibu Turiyah. Penulis menempuh pendidikan formal Taman Kanak-kanak Abadi Perkasa di PT. ILP Gedung Meneng pada tahun 2008-2009, melanjutkan pendidikan dasar di SD Swasta Abadi Perkasa, Kecamatan Gedong Meneng pada tahun 2009-2015, melanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMP Islam Terpadu Baitul Muslim pada tahun 2015-2018, dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2018-2021. Tahun 2021 penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Penulis juga aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota pada periode 2022–2023. Penulis memiliki pengalaman menjadi asisten dosen mata kuliah Imunologi Ikan periode tahun akademik 2024/2025, pengalaman magang di Balai Benih Ikan (BBI) Metro pada tahun 2023, dan telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Kecubung Raya, Kecamatan Meraksa Aji, Kabupaten Tulang pada tahun 2024. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Balai Layanan Usaha Produksi Perikanan Budidaya (BLUPPB), di Desa Pusakajaya Utara, Kecamatan Cilebar, Karawang, Jawa Barat.

Untuk orang tua tercinta Ibu Turiyah dan Bapak Agus Susanto serta adik
Ocha Challista Amalia yang selalu memberikan kasih sayang tulus,
dukungan yang tiada henti dan mendoakan yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “ *Uji Patogenisitas Bacillus cereus PTF Terhadap Mencit (Mus musculus) Sebagai Mediator Pembentukan Oligosakarida Alginat Sargassum sp.* ” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung
2. Munti Sarida, S.Pi. M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama, serta Dosen Pembimbing Akademik
4. Almira Fardani Lahay, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/ Sekretaris
5. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku Penguji Utama
6. Kedua orang tua saya, Bapak Agus Susanto dan Ibu Turiyah
7. Riset HETI (*Higher Education Teknologi Innovation*) Universitas Lampung tahun anggaran 2024
8. Laboratorium Balai Veteriner Lampung

Bandar Lampung, Agustus 2025

Ica Amelia

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Penelitian	3
1.5 Hipotesis Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.	7
2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.	7
2.1.2 Morfologi Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.	8
2.2 Alginat.....	8
2.3 Enzim Alginat Lyase	9
2.4 Oligosakarida Alginat (OSA).....	10
2.5 Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF.....	10
2.5.1 Klasifikasi Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF	10
2.5.2 Morfologi Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF	11
2.6 Hewan Mencit (<i>Mus musculus</i>).....	11
2.6.1 Klasifikasi Hewan Mencit (<i>Mus musculus</i>)	11
2.6.2 Morfologi Hewan Mencit (<i>Mus musculus</i>)	12

2.7 Patogenisitas Bakteri.....	12
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.1.1 Waktu Penelitian	14
3.1.2 Tempat Penelitian.....	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.2.1 Bahan	14
3.2.2 Alat	15
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.4.1 Persiapan Wadah Pemeliharaan	17
3.4.2 Sterilisasi Alat dan Bahan	17
3.4.3 Ekstraksi Alginat <i>Sargassum</i> sp.	18
3.4.4 Pembuatan Suspensi Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF.....	18
3.4.5 Pembuatan Oligosakarida Alginat (OSA)	19
3.4.6 Pembuatan Pakan Perlakuan	19
3.4.7 Persiapan dan Pemeliharaan Hewan Uji	19
3.4.8 Uji Patogenisitas Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF.....	19
3.4.9 Uji LD ₅₀	20
3.4.10 Rerata Waktu Kematian	21
3.4.11 Pengamatan Aktivitas Tingkah Laku dan Gejala Klinis	21
3.5 Analisis Data	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil	23
4.1.1 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR) Oligosakarida Alginat.....	23
4.1.2 Uji Hemolisis Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF	24
4.1.3 Uji LD ₅₀ dan Rerata Waktu Kematian (RWK)	24
4.1.4 Aktivitas Tingkah Laku dan Gejala Klinis.....	25

4.2 Pembahasan.....	26
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. <i>Sargassum</i> sp.....	7
3. Struktur kimia alginat.....	9
4. Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	10
5. Mencit (<i>Mus musculus</i>).....	12
6. Tata letak wadah pemeliharaan	17
7. Uji hemolisis pada <i>Blood Agar</i>	20
8. Profil FTIR oligosakarida alginat (OSA).....	23
9. Aktifitas tingkah laku dan gejala klinis pada mencit selama pemeliharaan.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan penelitian.....	14
2. Alat penelitian	15
3. <i>Skoring</i> pengamatan aktivitas tingkah laku dan gejala klinis	22
4. Identifikasi gugus fungsi oligosakarida alginat (OSA) dengan FTIR.....	24
5. Aktivitas tingkah laku dan gejala klinis mencit selama uji patogenisitas	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gejala klinis yang muncul selama uji patogenisitas	38
2. Nilai gejala klinis mencit selama masa pengamatan uji patogenisitas.....	39
3. Hasil uji hemolisis di Balai Veteriner Lampung	40
4. Dokumentasi penelitian.....	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sargassum sp. merupakan salah satu jenis alga coklat yang memiliki kandungan alginat tinggi. Alginat merupakan hidrokoloid alami suatu polimer panjang dengan berat molekul besar yakni 500-1000 kDa, tersusun oleh dua unit monomerik, merupakan satu-satunya biopolisakarida laut alami yang mengandung gugus karboksil di setiap cincin gulanya dan berasal dari komponen utama getah ganggang coklat serta memiliki senyawa penting yang terdapat dalam dinding sel spesies ganggang. Secara kimia, alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang (Putriyana et al., 2018; Safitri et al., 2023).

Penggunaan alginat sangat terbatas karena memiliki berat molekul yang besar, sehingga diperlukan degradasi polisakarida menjadi oligosakarida dengan berat molekul rendah (Xing et al., 2020). Alginat telah dimanfaatkan pada beberapa bidang, yakni bidang industri pangan, bidang non-pangan, dan bidang kedokteran atau farmasi. Di bidang industri pangan, digunakan sebagai penstabil emulsi pada es krim, suspensi pada susu coklat, dan pengatur viskositas pada yoghurt. Dalam bidang non-pangan telah dimanfaatkan sebagai pengikat air (pengental) dalam pewarnaan motif batik yang dimanfaatkan di bidang industri tekstil, serta berfungsi sebagai pengikat air untuk mempermudah penetrasi ke jaringan kulit yang dimanfaatkan di bidang industri kosmetik. Di bidang farmakologi memiliki manfaat sebagai antikanker, antivirus, antioksidan, antibakteria, antiinflamasi, antigiganogenik, antitumor, antivirus, dan antiherpatik (Husni & Budhiyanti, 2021; Mulyani et al., 2017; Sinurat & Marliani, 2017; Widyartini et al., 2012).

Oligosakarida alginat (OSA) merupakan turunan alginat yang diperoleh melalui proses depolimerisasi, baik secara enzimatis menggunakan enzim alginat

lyase atau secara kimiawi menggunakan metode hidrolisis asam (degradasi oksidatif), dan memiliki kelarutan lebih baik dibandingkan dengan alginatnya. Oligosakarida alginat (OSA) telah dimanfaatkan sebagai probiotik, antikoagulan, antioksidan, antikanker, yang dapat memicu pertumbuhan, dan merupakan bahan alami imunomodulator yang bermanfaat untuk merangsang peningkatan sistem kekebalan tubuh (Nainggolan et al., 2021 ; Safitri, 2023 ; Subaryono et al., 2017).

Pemanfaatan bahan alami seperti ekstrak tumbuhan, senyawa dari mikroorganisme, dan zat-zat yang dihasilkan oleh organisme laut, mempunyai potensi signifikan yang mampu melawan berbagai patogen seperti bakteri, virus dan jamur (Laoli et al., 2024). Sebelum dimanfaatkan, oligosakarida alginat (OSA) perlu diuji terlebih dahulu untuk memastikan keamanannya, salah satunya dengan melakukan uji patogenesis. Uji patogenesis terhadap OSA dilakukan untuk mengevaluasi keamanan bagi organisme sebelum dikembangkan lebih lanjut. Uji patogenesis dapat dilakukan pada mencit dengan menggunakan bakteri *Bacillus cereus* PTF. Bakteri *Bacillus cereus* PTF merupakan bakteri yang hidup di tanah dan di perairan serta dapat mengkontaminasi makanan, sehingga menyebabkan sakit pada bagian gastrointestinal yang ditandai dengan gejala mual dan muntah setelah mengonsumsi makanan yang terkontaminasi (Samodra et al., 2024). Pada manusia bakteri *Bacillus cereus* PTF dapat bersifat patogen karena dapat mengakibatkan penyakit.

Mencit digunakan dalam uji patogenesis karena mempunyai ciri fisiologi, struktur anatomi, genetik, respon imun dan biokimia yang hampir menyerupai manusia, mudah ditangani, serta memiliki karakteristik reproduksi mirip dengan mamalia (Yusuf et al., 2022). Berdasarkan uraian di atas, belum diketahui kajian terbaru mengenai uji patogenesis oligosakarida alginat (OSA), sehingga perlu dilakukan penelitian uji patogenesis oligosakarida dengan bakteri *Bacillus cereus* PTF pada mencit untuk mengetahui tingkat patogenesis bakteri *Bacillus cereus* PTF yang diformulasi dengan oligosakarida alginat (OSA).

1.2 Tujuan Penelitian

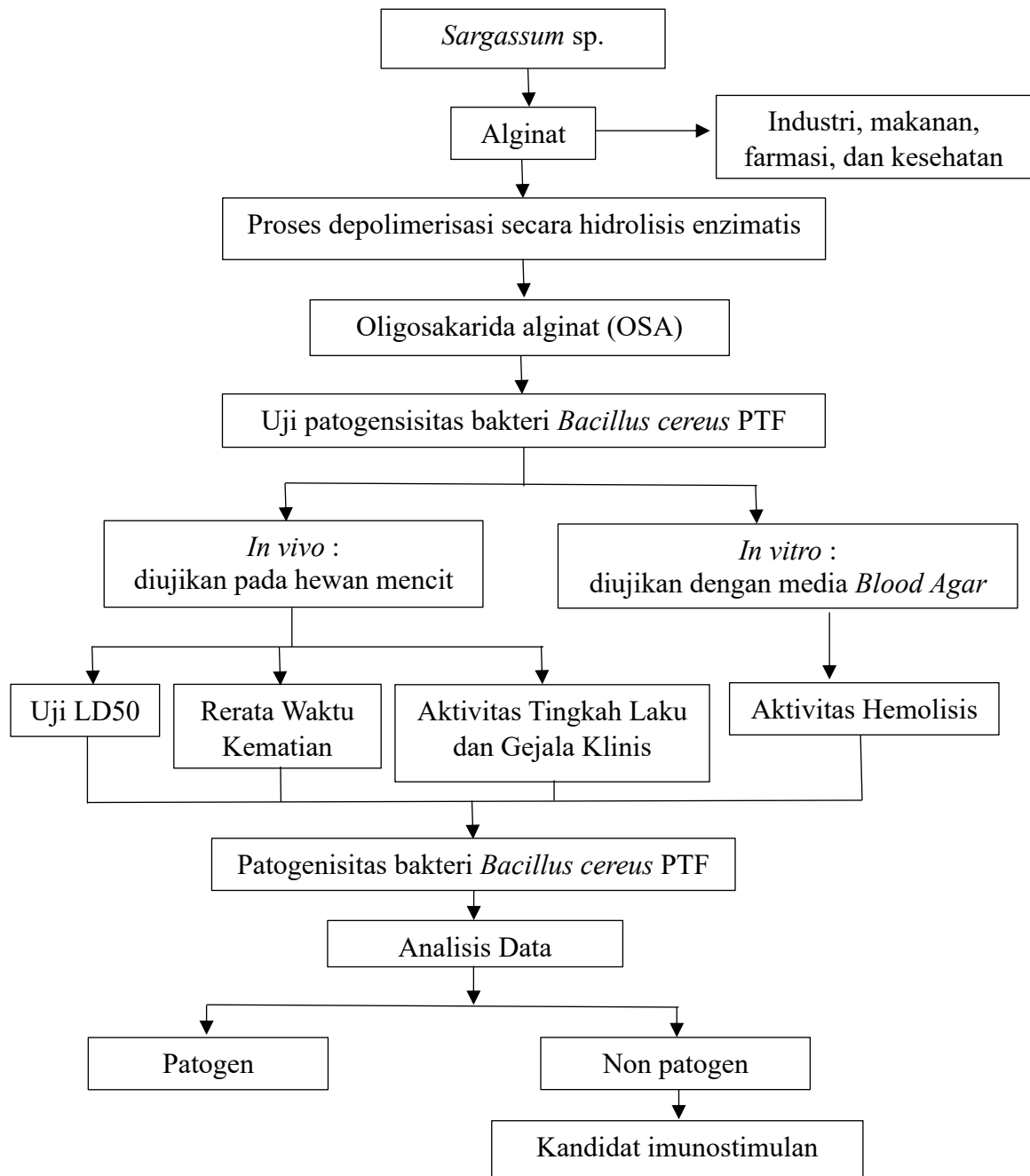
Penelitian bertujuan untuk menganalisis tingkat patogenisitas bakteri *Bacillus cereus* PTF yang diformulasi dengan oligosakarida alginat (OSA) pada mencit (*Mus musculus*).

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yaitu memberikan informasi mengenai tingkat patogenisitas bakteri *Bacillus cereus* PTF yang diformulasikan dengan oligosakarida alginat (OSA) pada hewan uji mencit (*Mus musculus*).

1.4 Kerangka Penelitian

Sargassum sp. merupakan salah satu jenis alga coklat yang memiliki kandungan alginat tinggi. Alginat merupakan komponen utama dari getah ganggang coklat dan memiliki senyawa penting yang terdapat dalam dinding sel spesies ganggang. Secara kimia, senyawa ini merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang. Oligosakarida alginat (OSA) merupakan turunan dari alginat yang memiliki kelarutan lebih baik dibandingkan bentuk polimernya. Penggunaan bahan alami seperti OSA diperlukan tahap evaluasi keamanan, salah satunya melalui uji patogenisitas. Uji patogenisitas dilakukan dengan dua cara yakni, secara *in vitro* dengan bakteri *Bacillus cereus* PTF untuk melihat aktivitas hemolisis, dan secara *in vivo* melalui pemberian pakan perlakuan untuk melihat LD₅₀, rerata waktu kematian, aktivitas tingkah laku dan gejala klinis. Maka dari itu diperlukan penelitian tentang uji patogenisitas oligosakarida alginat (OSA) dengan bakteri *Bacillus cereus* PTF pada mencit untuk mengetahui tingkat patogenisitas bakteri *Bacillus cereus* PTF yang diformulasikan dengan oligosakarida alginat (OSA).



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis Penelitian

a. Uji Hemolisis Bakteri

$$H_0: \tau_i = 0$$

Bakteri *Bacillus cereus* PTF tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas hemolisis bakteri

$$H_1: \tau_i \neq 0$$

Setidaknya terdapat bakteri *Bacillus cereus* PTF memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap aktivitas hemolisis bakteri

b. *Lethal Dose* (LD₅₀)

$$H_0: \tau_i = 0$$

Semua perlakuan dosis bakteri *Bacillus cereus* PTF tidak memberikan pengaruh nyata terhadap *Lethal Dose* (LD₅₀) mencit (*Mus musculus*)

$$H_1: \tau_i \neq 0$$

Setidaknya terdapat satu perlakuan dosis bakteri *Bacillus cereus* PTF yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap *Lethal Dose* (LD₅₀) mencit (*Mus musculus*)

c. Rerata Waktu Kematian (RWK)

$$H_0: \tau_i = 0$$

Semua perlakuan dosis bakteri *Bacillus cereus* PTF tidak memberikan pengaruh nyata terhadap rerata waktu kematian (RWK) mencit (*Mus musculus*)

$$H_1: \tau_i \neq 0$$

Setidaknya terdapat satu perlakuan dosis bakteri *Bacillus cereus* PTF yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap rerata waktu kematian (RWK) mencit (*Mus musculus*)

d. Aktivitas Tingkah Laku dan Gejala Klinis

$$H_0: \tau_i = 0$$

Semua perlakuan dosis bakteri *Bacillus cereus* PTF tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas tingkah laku dan gejala klinis mencit (*Mus musculus*)

$$H_1: \tau_i \neq 0$$

Setidaknya terdapat satu perlakuan dosis bakteri *Bacillus cereus* PTF yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap aktivitas tingkah laku dan gejala klinis mencit (*Mus musculus*)

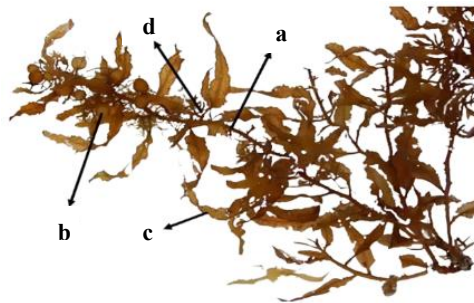
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumput Laut *Sargassum* sp.

2.1.1 Klasifikasi Rumput Laut *Sargassum* sp.

Rumput laut *Sargassum* sp. merupakan salah satu jenis alga coklat yang memiliki kandungan alginat tinggi. Klasifikasi *Sargassum* sp. menurut Bold & Wayne (1985) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Thallophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucalus
Famili	: Sargassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum</i> sp.



Keterangan: (a) *Thallus*, (b) *Air bladder*, (c) *Blade*, (d) *Stip*

Gambar 2. *Sargassum* sp.

Sumber: Amos, 2016

2.1.2 Morfologi Rumput Laut *Sargassum* sp.

Sargassum sp. memiliki warna coklat kekuning-kuningan dengan panjang *thallus* sekitar 35 cm yang berbentuk batang. Stipe yang menyerupai tangkai untuk menopang *blade* dan vesikel udara. *Blade* berbentuk menyerupai daun dengan bentuk memanjang, pipih, dan tepi bergerigi dengan panjang 1,3-4,2 cm dan lebar 0,25-1,15 cm. *Air bladder* atau vesikel udara berbentuk bulat berukuran kecil dengan diameter 1,5-3 mm yang melekat pada *thallus* batang primer atau sekunder, serta dapat hidup secara bergerombol atau sendiri-sendiri (Widyartini et al., 2012) (Gambar 2).

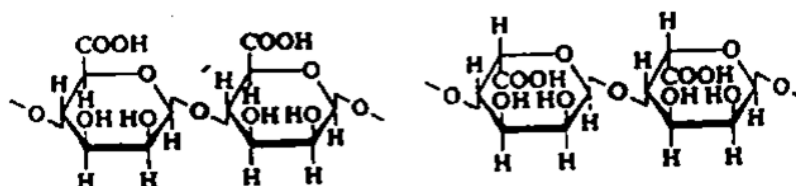
Sargassum sp. merupakan jenis alga coklat yang terdapat pada kelas (Phaeophyceae) dan tersebar di perairan tropis termasuk di Indonesia. *Sargassum* sp. tumbuh di daerah perairan yang jernih, dengan substrat dasar batu karang, batu mati, batuan vulkanik yang berada di dasar perairan serta dapat tumbuh di daerah intertidal, subtidal, sampai daerah tubir yang memiliki ombak besar serta arus deras dengan kedalaman sekitar 0,5-10 m (Muslimin & Sari, 2017).

Sargassum sp. merupakan sumber daya hayati laut dengan potensi yang tinggi sebagai sumber alginat yang dapat dimanfaatkan dan dikembangkan karena memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder seperti steroid, alkaloid, fenol, dan triterpenoid. *Sargassum* sp. memiliki kandungan alginat, vitamin C, vitamin E (α -tokoferol), mineral, karotenoid, klorofil, florotanin, polisakarida sulfat, asam lemak, dan asam amino yang dapat dimanfaatkan sebagai bioaktivitas antikanker, anti atherosclerosis, antiinflamasi, antikoagulan, imunomodulator dan antioksidan (Riwanti et al., 2020; Rohmat et al., 2014).

2.2 Alginat

Alginat berasal dari dinding sel yang banyak dijumpai pada alga coklat (Phaeophyta) memiliki senyawa heteropolisakarida dari hasil pembentukan rantai monomer *mannuronic acid* (asam poly-D-mannuronat) dan *guluronic acid* (asam poly-L-guluronat) (Gambar 3). Alginat memiliki peran sebagai komponen penguat dinding sel dengan kandungan yang melimpah dan dapat mencapai 40% dari berat kering rumput laut coklat (Sinurat & Marliani, 2017). Alginat dapat diperoleh dengan menggunakan metode asam alginat, kalsium alginat, natrium alginat dan

sumber yang beragam dengan jumlah alginat yang berbeda pada setiap metodenya. (Safitri, 2023).



Gambar 3. Struktur kimia alginat

Sumber: Guswantoro et al., 2020

Alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam bentuk rantai linier panjang. Alginat memiliki berat molekul yang tinggi sehingga mudah sekali dalam menyerap air (Putriyana et al., 2018). Alginat dapat menghasilkan polisakarida yang merupakan komponen esensial bagi organisme karena memiliki bioaktivitas sebagai antitumor, antioksidan, antivirus, imunostimulan, antikanker, dan antimikroba. Selain itu, alginat memiliki sifat biodegradasi dikarenakan dapat menurunkan konsentrasi tembaga secara adsorptif dari dalam air dan ammonia melalui imobilisasi bakteri (Safitri, 2023).

Alginat memiliki kelemahan yang dapat menghambat penggunaannya karena berat molekul alginat yang besar yakni 500-1000 kDa dan diperlukan pendegradasi pemecahan molekul alginat melalui proses enzimatik dengan bantuan enzim alginat lyase (Sinurat & Marliani, 2017).

2.3 Enzim Alginat Lyase

Enzim alginat lyase merupakan enzim yang mengkatalisis pemecahan alginat dengan mekanisme eliminasi β dari ikatan glikosil 4-O dan menghasilkan 4-deoxy-L-erythro-hex-4-ene piranosiluronat pada ujung gugus nonreduksi dari oligosakarida yang dihasilkan (Gacesa, 1992). Enzim alginat lyase memiliki manfaat seperti produksi oligosakarida, pengatur sifat polisakarida, dan sebagai analisis struktur polisakarida. Enzim alginat lyase yang menghasilkan oligosakarida alginat (OSA) memiliki berbagai aktivitas biologi seperti prebiotik, imunomodulasi, antikoagulasi, antioksidan, antikanker, aktivitas pemacu pertumbuhan, meningkatkan produksi antibiotik dan etanol (Subaryono et al., 2013).

2.4 Oligosakarida Alginat (OSA)

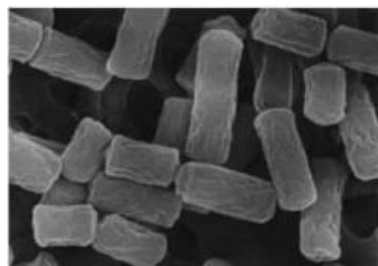
Oligosakarida alginat (OSA) merupakan oligosakarida yang dihasilkan dari pemotongan polimer alginat, dan memiliki berbagai aktivitas biologis. OSA menunjukkan sifat antikanker dikarenakan dapat menginduksi sitokin sitotoksik maupun TNF- α . OSA juga mampu dalam memproduksi berbagai jenis sitokin yang merupakan senyawa pengatur sistem imun di dalam tubuh, serta dapat menurunkan potensi penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri patogen yang berada di usus. Dibandingkan dengan polimer alginat, OSA memiliki keunggulan berupa kelarutan lebih baik dalam air dan bioaktivitasnya lebih baik dibandingkan polimernya. OSA termasuk bagian dari serat yang dapat larut dalam air serta mampu menurunkan kandungan kolesterol dalam darah khususnya LDL (*Low Density Lipoprotein*) dan berperan sebagai senyawa antihiperlipidemia (Subaryono et al., 2017)

2.5 Bakteri *Bacillus cereus* PTF

2.5.1 Klasifikasi Bakteri *Bacillus cereus* PTF

Bakteri *Bacillus cereus* PTF merupakan organisme yang berasal dari tanah. Menurut Pelczar et al. (1988), bakteri *Bacillus cereus* PTF memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Procaryote
Devisi	: Bacteria
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>Bacillus cereus</i>



Gambar 4. Bakteri *Bacillus cereus*
Sumber: Othman et al., 2025

2.5.2 Morfologi Bakteri *Bacillus cereus* PTF

Bakteri *Bacillus cereus* PTF merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang, memiliki ukuran lebar 1,0 μm -1,2 μm dan panjang 3 μm -5 μm , bersifat aerob, dengan suhu pertumbuhan maksimum 37°C-48°C dan minimum 5°C-20°C serta pH pertumbuhan berkisar 5,5-8,5 (Gambar 4). Bakteri *Bacillus cereus* PTF mampu membentuk endospora yang tahan terhadap kondisi panas, serta menghasilkan dua tipe toksin yaitu toksin yang menyebabkan diare disebabkan oleh protein dengan berat molekul besar dan toksin yang menyebabkan muntah atau *emesis* disebabkan oleh peptida tahan panas dengan berat molekul rendah (Hamidah, 2020).

Bakteri *Bacillus cereus* PTF merupakan bakteri alginolitik penghasil alginat lyase yang berasal dari tanah maupun laut (Subaryono et al., 2015). Bakteri *Bacillus cereus* PTF berasal dari *Sargassum* sp. merupakan bakteri penghasil enzim alginat lyase yang dapat memotong polimer alginat menjadi oligosakarida alginat secara enzimatik (Safitri et al., 2023). Bakteri *Bacillus cereus* PTF memiliki sifat aerob fakultatif, yang dapat memanfaatkan oksigen dan menghasilkan energi secara anaerobik, serta memiliki kemampuan enzimatik yang beragam (Yustinah et al., 2016). Bakteri *Bacillus cereus* PTF merupakan bakteri patogen intestinal yang dapat menghasilkan zat antibiotik dan menghasilkan toksin pada makanan serta menyebabkan sindrom diare dan *emesis* (Endarini et al., 2022). Pada manusia bakteri *Bacillus cereus* PTF bersifat patogen yang dapat menyebabkan sakit pada bagian gastrintestinal yang ditandai dengan gejala mual dan muntah setelah mengonsumsi makanan yang terkontaminasi oleh bakteri *Bacillus cereus* PTF (Samodra et al., 2024).

2.6 Hewan Mencit (*Mus musculus*)

2.6.1 Klasifikasi Hewan Mencit (*Mus musculus*)

Mencit merupakan salah satu hewan uji yang sering digunakan dan memiliki ukuran kecil. Klasifikasi mencit menurut Riskana (1999) :

Kingdom : Animalia
Divisi : Chordata
Kelas : Mamalia
Ordo : Rodentia
Famili : Muridae
Genus : *Mus*
Spesies : *Mus musculus*



Gambar 5. Mencit (*Mus musculus*)

2.6.2 Morfologi Hewan Mencit (*Mus musculus*)

Mencit merupakan anggota tikus yang memiliki ukuran kecil. Mencit termasuk kedalam hewan mamalia pengerat yang bersifat omnivorous dan nokturnal. Mencit memiliki ciri-ciri seperti tubuh ditutupi oleh rambut yang berwarna putih atau keabu-abuan dengan perut sedikit pucat, mempunyai mata yang berwarna merah ataupun hitam (Gambar 5) (Salsabela, 2022).

Mencit merupakan salah satu hewan uji yang sering digunakan untuk hewan percobaan laboratorium karena memiliki kelebihan seperti siklus hidup relatif pendek, jumlah anak per kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, serta sifat produksi dan karakteristik reproduksinya mirip hewan mamalia lain. Mencit merupakan hewan uji laboratorium yang memiliki respon imun menyerupai manusia. Mencit memiliki variasi genetik cukup besar, dan memiliki sifat anatomis (Yusuf et al., 2022).

2.7 Patogenisitas Bakteri

Patogenisitas merupakan kemampuan suatu organisme untuk menyebabkan penyakit yang dimulai dari proses infeksi sampai timbulnya penyakit. Patogeni-

sitas bakteri ditentukan oleh kemampuan bakteri untuk melekat pada sel inangnya, melakukan kolonisasi, dan mengekspresikan faktor-faktor virulensi. Virulensi merupakan tingkat kemampuan suatu mikroba untuk menyebabkan infeksi. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi bakteri sehingga dapat menyebabkan penyakit, yakni kemampuan bakteri untuk menempel dan masuk ke dalam tubuh inangnya, kemampuan bakteri untuk mengambil nutrisi dan bertahan hidup dalam tubuh inangnya, dan kemampuan bakteri untuk berkembang biak serta kemampuan bakteri untuk bertahan dari sistem pertahanan tubuh inangnya (Aris, 2011).

Pada manusia bakteri *Bacillus cereus* PTF dapat menyebabkan intoksikasi makanan yang ditandai dengan gejala mual, muntah, diare dan sakit perut. Bakteri *Bacillus cereus* PTF dapat menghasilkan toksin seperti makanan nasi goreng yang dibiarkan pada suhu kamar selama beberapa jam sebelum dikonsumsi (Hasibuan et al., 2024). Pada makanan ringan latiao yang berasal dari Cina yang ditemukan sampel bakteri *Bacillus cereus* PTF dapat mengakibatkan gejala keracunan makanan seperti sakit perut, pusing, mual, dan muntah. Selain sistem pencernaan bakteri *Bacillus cereus* PTF sering menyerang mata, sistem pernafasan, dan bagian tubuh yang terdapat luka (Sicca, 2024).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan pada November 2024 sampai dengan Februari 2025.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Laboratorium Balai Veteriner Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Bahan penelitian

No	Nama Bahan	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
1.	<i>Sargassum</i> sp.	-	-	Bahan baku alginat
2.	Mencit	-	-	Hewan uji penelitian
3.	<i>Bacillus cereus</i> PTF	-	-	Isolat bakteri uji patogenisitas
4.	Akuades	-	-	Pelarut untuk pembuatan media
5.	<i>Tryptone Soy Agar</i> (TSA)	500 g	Millipore	Media kultur bakteri
6.	KCL	$\geq 99,5 \%$	Repack Merck	Bahan pemucatan ekstrak alginat
7.	Soda ASH (Na_2CO_3)	-	-	Bahan ekstraksi alginat
8.	Soda api (NaOH)	-	-	Penetralisasi pH

No	Bahan	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
9.	HCL	-	-	Pelarut maserasi ekstrak alginat
10.	Alkohol	96 %	Alkohol 96%	Antiseptik
11.	Spirtus	-	-	Bahan bakar untuk menghasilkan nyala api pada bunsen
12.	Larutan PBS	-	-	Pengencer bakteri
13.	Pakan Pelet	-	Rat bio	Pakan hewan uji

3.2.2 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Alat penelitian

No	Nama Alat	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
1.	Jarum ose	-	-	Mengambil dan kultur bakteri
2.	Spatula	-	-	Alat bantu pengambil bahan
3.	Kapas	-	Onemed	Penahan uap air
4.	Plastik tahan panas	1 kg	Diana	Membungkus alat saat sterilisasi
5.	Plastik <i>warp</i>	-	Klinpak	Membungkus cawan petri
6.	Aluminium foil	-	Klinpak	Penutup erlenmeyer & tabung reaksi
7.	pH meter	0-14 ppm	Muramaru	Pengukur pH pada larutan-larutan
8.	Termometer	-	-	Pengukur suhu
9.	Mikropipet	100-1000 μ l	Rongtai	Alat memindahkan cairan dalam jumlah yang sedikit
10.	<i>Blue tip</i>	1000 μ l	Onemed	Digunakan untuk mikropipet dengan ketelitian 1 μ l
11.	<i>Yellow tip</i>	100 μ l	Onemed	Digunakan untuk mikropipet dengan ketelitian 0,1 μ l
12.	Timbangan analitik	0,0001 gr	Sojikyō	Penimbang bahan penelitian
13.	Gelas ukur	100 ml	Onemed	Pengukur larutan
14.	Tabung reaksi	20 ml	Pyrex	Wadah kultur bakteri
15.	Cawan petri	15 cm	Labotiq	Wadah kultur bakteri
16.	Bunsen	-	-	Sterilisasi peralatan kultur bakteri
17.	<i>Vortex</i>	4.000 rpm	Dlab	Menghomogenkan sampel

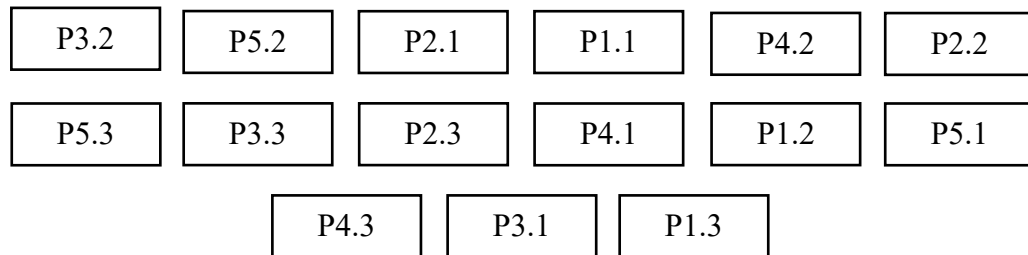
No	Nama Alat	Konsentrasi	Merek	Kegunaan
18.	<i>Hot plate stirrer</i>	-	Dlab	Menghomogenkan larutan
19.	Erlenmeyer	1 L	Duran	Wadah pencampuran larutan dan bahan, serta penyimpanan media
20.	Inkubator	10 L	B-One	Tempat inkubasi sampel
21.	Autoklaf	206 kPa	GEA	Sterilisasi alat dan bahan
22.	Spektrofotometri UV-Vis	320-1020 nm	VIS-722	Pengukur absorbansi uji
23.	Label	-	Panda	Penanda sampel
24.	Toples kaca	-	-	Wadah perendaman <i>Sargassum</i> sp.
25.	Botol minum kecil	60 ml	Drinking bottle	Wadah minum hewan uji
26.	Paralon	$\frac{3}{4}$ inch	Rucika	Sebagai tempat persembunyian mencit
27.	Litter box	Size L	Package	Wadah pemeliharaan hewan uji
28.	Kawat penutup	-	-	Penutup wadah pemeliharaan hewan uji
29.	Kompur	-	Rinnai	Merebus ekstrak <i>Sargassum</i> sp.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol, *Bacillus cereus* PTF dengan tingkat kepadatan yang berbeda yaitu 10^2 cfu/ml, 10^4 cfu/ml, 10^6 cfu/ml, dan 10^8 cfu/ml. Perlakuan tersebut ditambahkan oligosakarida alginat (OSA) sebagai bahan uji sebanyak 120 ml kedalam 1 kg pakan. Perlakuan dan rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- P1 : Kontrol, pakan tanpa penambahan OSA dengan kepadatan bakteri 0 cfu/ml
- P2 : Mencit diberi perlakuan pakan yang ditambahkan OSA dengan kepadatan bakteri 10^2 cfu/ml
- P3 : Mencit diberi perlakuan pakan yang ditambahkan OSA dengan kepadatan bakteri 10^4 cfu/ml
- P4 : Mencit diberi perlakuan pakan yang ditambahkan OSA dengan kepadatan bakteri 10^6 cfu/ml
- P5 : Mencit diberi perlakuan pakan yang ditambahkan OSA dengan kepadatan bakteri 10^8 cfu/ml

Berikut merupakan susunan tata letak wadah pemeliharaan dalam penelitian yang dilakukan secara acak :



Gambar 6. Tata letak wadah pemeliharaan

Keterangan :

P1.1, P1.2, P1.3 : Perlakuan P1 dan 1,2,3 merupakan ulangan.

P2.1, P2.2, P2.3 : Perlakuan P2 dan 1,2,3 merupakan ulangan.

P3.1, P3.2, P3.3 : Perlakuan P3 dan 1,2,3 merupakan ulangan.

P4.1, P4.2, P4.3 : Perlakuan P4 dan 1,2,3 merupakan ulangan.

P5.1, P5.2, P5.3 : Perlakuan P5 dan 1,2,3 merupakan ulangan.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan hewan uji menggunakan *litter box* sebanyak 15 unit. Sebelum digunakan *litter box* diberikan serbuk kayu sebagai media penampung kotoran mencit, botol minum untuk mencit, paralon sebagai tempat persembunyian, dan kawat penutup sebagai penutup untuk mencegah mencit keluar. Serbuk kayu diganti setiap 3 hari sekali untuk menjaga kebersihan dan kenyamanan mencit. Selesai digunakan, *litter box* dicuci menggunakan sabun dan dibilas dengan air bersih.

3.4.2 Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian disterilisasi menggunakan bunsen dan autoklaf dengan tujuan untuk membunuh mikroorganisme yang menyebabkan kontaminan. Proses sterilisasi menggunakan autoklaf dimulai dengan melakukan pengecekan air di dalam autoklaf yang harus sesuai dengan batas yang ditentukan yaitu sebanyak 1,5 liter dengan kapasitas 18 liter. Peralatan yang akan disterilisasi diletakkan di dalam autoklaf, penutup autoklaf ditutup dan baut

pengaman dikencangkan untuk memastikan tidak ada uap yang keluar. Autoklaf dihubungkan ke sumber listrik, dan tombol power diposisi 'ON'. Sterilisasi dilakukan hingga suhu mencapai 121°C, tombol power diposisikan 'OFF', timer diatur selama 15-20 menit. Proses sterilisasi selesai akan terdengar bunyi dari autoklaf, katup uap dibuka hingga tidak ada uap yang keluar dari autoklaf. Baut dan penutup autoklaf dilepas, diambil alat dan bahan yang telah disterilkan. Proses sterilisasi alat menggunakan bunsen seperti jarum ose dilakukan dengan cara membakar jarum ose ke atas bunsen sebelum digunakan untuk mengkultur bakteri pada media agar menghindari kontaminasi.

3.4.3 Ekstraksi Alginat *Sargassum* sp.

Sargassum sp. kering yang sudah dihaluskan ditimbang dan direndam dengan larutan HCl 1%, dengan perbandingan antara HCl 1% dengan *Sargassum* sp. 1:2 selama 60 menit. *Sargassum* sp. ditiriskan serta dibilas dengan air bersih. Dilakukan ekstraksi menggunakan larutan soda ash (Na_2CO_3) 2% dengan cara perebusan pada suhu 60°C selama 60 menit, air hasil perebusan diambil dan disaring dengan kain blacu, kemudian tambahkan 0,13 M KCl sebanyak 90 ml dan di diamkan selama 30 menit. Air hasil perebusan tersebut ditambahkan HCl 10% hingga pH 2-3 dan dibiarkan selama 30 menit. Larutan dinetralkan dengan menambahkan larutan soda api (NaOH) hingga pH 7-8, ekstrak disimpan dalam wadah tertutup.

3.4.4 Pembuatan Suspensi Bakteri *Bacillus cereus* PTF

Peremajaan bakteri dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri *Bacillus cereus* PTF menggunakan jarum ose kemudian digoreskan pada media TSA dan diinkubasi selama 24 jam. Bakteri yang tumbuh pada media TSA dipanen menggunakan jarum ose, disentrifuse dengan kecepatan 3.000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan supernatan dan endapan, supernatan dibuang dan endapan dibilas menggunakan larutan PBS sebanyak dua kali untuk dihitung kepadatan sel bakteri menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 625 nm.

3.4.5 Pembuatan Oligosakarida Alginat (OSA)

Larutan alginat hasil dari ekstraksi *Sargassum* sp. sebanyak 1 L ditambahkan dengan bakteri *Bacillus cereus* PTF sebanyak 10 ml dengan suspensi kepadatan bakteri yaitu 10^8 cfu/ml diberi aerasi dan diinkubasi selama 72 jam. Pembuatan oligosakarida alginat (OSA) untuk perlakuan dilakukan pengenceran pada suspensi bakteri *Bacillus cereus* PTF yang berbeda, yakni kepadatan 10^8 cfu/ml menjadi suspensi bakteri 10^6 cfu/ml, 10^4 cfu/ml dan 10^2 cfu/ml.

3.4.6 Pembuatan Pakan Perlakuan

Formulasi pakan mencit dengan penambahan oligosakarida alginat (OSA) dilakukan dengan persiapan 1 kg pakan pelet untuk mencit. OSA yang telah memiliki kepadatan bakteri 10^2 cfu/ml, 10^4 cfu/ml, 10^6 cfu/ml, dan 10^8 cfu/ml ditambahkan ke dalam 1 kg pakan sebanyak 120 ml. Penambahan OSA dilakukan dengan cara menyemprotkan larutan secara merata ke seluruh permukaan pakan dan pakan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan hingga kondisi pakan kering dengan sempurna.

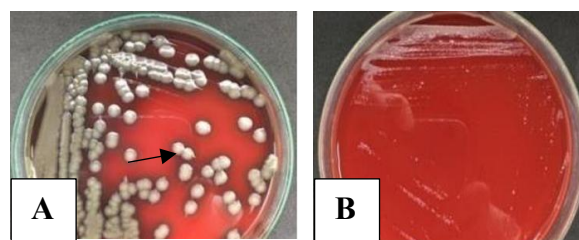
3.4.7 Persiapan dan Pemeliharaan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah mencit berumur 2-3 bulan dengan berat antara 20-30 gram sebanyak 75 ekor. Wadah yang digunakan *litter box* berjumlah 15, masing-masing perlakuan diujicobakan dengan 5 ekor mencit di setiap *litter box*. Sebelum dilakukan perlakuan, mencit diaklimatisasi selama 7 hari dengan memberikan pakan kontrol dan minum. Setelah mencit menunjukkan perilaku normal secara visual mencit dapat digunakan sebagai hewan uji. Pemeliharaan dan pengujian mencit dilakukan dengan memberikan pakan perlakuan sebanyak 30 g/hari dengan mengamati LD₅₀, rerata waktu kematian, aktivitas tingkah laku dan gejala klinis, serta menimbang sisa pakan perlakuan selama 21 hari pemeliharaan.

3.4.8 Uji Patogenisitas Bakteri *Bacillus cereus* PTF

Uji patogenisitas dilakukan dengan cara *in vitro* dan *in vivo*. Uji *in vitro* patogenisitas bakteri *Bacillus cereus* PTF dilakukan dengan media *blood agar*. Isolat bakteri *Bacillus cereus* PTF digoreskan pada media *blood agar* dan diin-

kubasi selama 24 jam, dilakukan pengamatan terbentuknya zona bening pada media *blood agar* yang mengelilingi koloni, zona bening menunjukkan hasil uji hemolisis bahwa bakteri bersifat patogen. Hemolisis bakteri memiliki tiga sifat yaitu : alfa (α) hemolisis bakteri yang menunjukkan penurunan hemoglobin sel darah merah disekitar koloni bakteri sehingga sekeliling bakteri akan tampak warna hijau atau coklat, beta (β) hemolisis bakteri menunjukkan lisis yang sempurna dengan tampilan warna transparan disekeliling bakteri, gamma (γ) hemolisis bakteri menunjukkan kurangnya tanda hemolisis pada media (Manu et al., 2019) (Gambar 7).



Keterangan: (A) Isolat bakteri yang bersifat hemolisis (ditunjukkan oleh panah)
(B) Isolat bakteri yang bersifat tidak hemolisis

Gambar 7. Uji hemolisis pada *Blood Agar*

Sumber: Kurniasari et al., 2022

Uji patogenisitas dilakukan secara *in vivo* menggunakan hewan mencit dengan cara pemberian pakan yang sudah diberi perlakuan oligosakarida alginat (OSA) dengan dosis 120 ml yang ditambahkan kedalam 1 kg pakan. Pemeliharaan mencit dilakukan selama 21 hari. Pengamatan kematian, aktivitas tingkah laku dan gejala klinis dicatat pada hari ke-1 sampai hari ke-21 pasca pemberian perlakuan. Uji patogenisitas bakteri *Bacillus cereus* PTF dilakukan melalui uji LD₅₀ (*Lethal Dose*₅₀) untuk mengetahui dosis oligosakarida alginat (OSA) dengan bakteri *Bacillus cereus* yang bersifat patogen terhadap mencit.

3.4.9 Uji LD₅₀

LD₅₀ (*Lethal Dose*₅₀) dapat didefinisikan sebagai dosis yang menunjukkan kematian hewan sebanyak 50% dari hewan uji percobaan selama 24 jam setelah perlakuan. Menurut Reed & Muench (1938) persamaan LD₅₀ sebagai berikut :

$$m = a - \frac{(b - 50)}{(b - c)}$$

Keterangan :

m : log LD₅₀

a : log dosis bakteri di atas 50%

b : % mortalitas di atas 50%

c : % mortalitas di bawah 50%

3.4.10 Rerata Waktu Kematian

Rerata waktu kematian (*mean time to death*) menunjukkan efektifitas waktu yang menunjukkan hewan uji mengalami kematian. Menurut Hubert (1980), rerata waktu kematian (*mean time to death*) pada uji patogenisitas diperhitungkan dengan persamaan :

$$RWK = \frac{\sum_{i=1}^n a_i b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

Keterangan :

RWK : Rerata waktu kematian

a : waktu kematian (hari)

b : jumlah hewan yang mati (ekor)

3.4.11 Pengamatan Aktivitas Tingkah Laku dan Gejala Klinis

Pengamatan aktivitas tingkah laku dan gejala klinis dilakukan setiap hari selama masa uji patogenisitas dengan melihat perubahan fisik maupun tingkah laku pada masing-masing perlakuan secara visual. Gejala yang diamati yaitu nafsu makan mencit, mencit mengalami lemas atau diam, feses mencit cair, tingkah laku mencit seperti kejang, hilang kesadaran/pingsan. Pengamatan aktivitas tingkah laku dan gejala klinis menggunakan metode *skorning* yang merujuk pada Amal et al. (2022), Amalia et al. (2018), Muliani (2011), Tolistiawaty et al. (2014), dan Yusuf et al. (2022). Skor aktivitas tingkah laku dan gejala klinis yang menunjukan tingkat keparahan infeksi disajikan sebagai berikut :

Tabel 3. *Skoring* pengamatan aktivitas tingkah laku dan gejala klinis

Aktivitas tingkah laku dan gejala klinis	Nilai
Mencit tanpa gejala/aktif bergerak (A)	0
Nafsu makan mencit meningkat (B)	1
Nafsu makan mencit menurun/kehilangan nafsu makan (C)	2
Mencit mengalami lemas/diam, feses cair/mencret (D)	3
Mencit mengalami kejang, hilang kesadaran/pingsan (E)	4
Mencit mati (F)	5

Kategori tingkat keparahan pada mencit yaitu sebagai berikut :

Tidak parah ($X < M - STDEV$)	: $X < 10,84$
Cukup parah ($M - STDEV \leq X \leq M + STDEV$)	: $10,84 \leq X \leq 35,42$
Parah ($X > M + STDEV$)	: $X > 35,42$

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil uji patogenisitas bakteri *Bacillus cereus* PTF pada mencit (*Mus musculus*) berupa data kuan-titatif dan kualitatif. Data kuan-titatif seperti uji LD₅₀ dan retata waktu kematian dianalisis menggunakan *analysis of varians* (anova) dengan selang kepercayaan 95% dan data kualitatif seperti uji hemolisis aktivitas tingkah laku dan gejala klinis dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Bakteri *Bacillus cereus* PTF yang menghidrolisis oligosakarida alginat (OSA) tidak bersifat patogen, yang ditunjukkan oleh ketidakmampuannya melisis sel darah merah serta hasil uji *in vivo* menunjukkan tidak ada kematian pada hewan uji mencit (*Mus musculus*).

5.2 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai uji efektivitas oligosakarida alginat (OSA) yang di dalamnya terkandung bakteri *Bacillus cereus* PTF, agar dapat diaplikasikan di bidang kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, S., Gunarti, N. S., Saragih, D. S., & Hidayah, H. (2022). Uji toksisitas akut ekstrak etanol daun tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) pada mencit betina dengan metode fixed dose. *Journal of Pharmacopolium*, 5(2), 190-198. <https://doi.org/10.36465/jop.v5i2.912>
- Amalia, F., Ceriana, R., Lisa, M., Fitri, A., Khamisah, N., Yuliana, Y., Sriwahyuni, M., Matoyah., Rahmah, S. (2018). Pengaruh gejala klinis pada mencit hiperglikemia yang diberi ekstrak etanol kulit buah rambai (*Baccaurea motleyanai* Mull.Arg.). *Prosiding Seminar Nasional Biotik Teknologi dan Kependidikan*, 6(1), 679-682. <http://dx.doi.org/10.22373/pbio.v6i1.4344>
- Amos, M. C. C. (2016). *Pengaruh penambahan medium Provassoli's Enriched Seawater (PES) terhadap kadar kolin yang dihasilkan makroalga coklat Sargassum sp.* (No Publikasi 11294) [Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta]. Repository Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Aris, H. (2011). Identifikasi, patogenisitas bakteri dan pemanfaatan gen 16s-rRNA untuk deteksi penyakit ice-ice pada budidaya rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) (No Publikasi 51588) [Disertasi, Institut Pertanian Bogor]. Repository Institut Pertanian Bogor.
- Bold, H. C. & Wayne, M. J. (1985). *Introduction to the algae*. Prentice Hall.
- Endarini, L. H., Mutiarawati, D. T., & Nugrahini, A. (2022). Pertumbuhan bakteri *Bacillus cereus* dan *Salmonella typhi* pada ekstrak mentimun (*Cucumis Sativus*). *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 13(17), 663-666. <http://dx.doi.org/10.33846/sf.v13i3.2175>
- Ependi, A. Z., Nurlatifah, D., Mutmainah, H., Darniwa, A. V., & Suryani, Y. (2023). Pemulihan status nutrisi mencit (*Mus musculus*) malnutrisi melalui pemberian sinbiotik kefir kulit kopi arabika (*Coffea arabica* L.) berdasarkan penilaian fisik. *Gunung Djati Conference Series*, 35, 10-19.
- Fauzia, H., Yuniar, C. T., & Nuari, D. A. (2023). Uji aktivitas antidiare ekstrak etanol batang dan daun kelakai (*Stenochlaena palustris* (Burm.f) Bedd)

pada mencit jantan galur swiss webster. *Sains Medisina*, 2(2), 59-65.

Gacesa, P. (1992). Enzymatic degradation of alginates. *International Journal of Biochemistry*, 24, 545-552.

[https://doi.org/10.1016/0020-711X\(92\)90325-U](https://doi.org/10.1016/0020-711X(92)90325-U)

Guswantoro, T., Supratman, A. S., & Asih, I. S. (2020). Karakterisasi alginat sebagai bahan setara dengan jaringan lunak untuk radioterapi. *Jurnal EduMatSains*, 4(2), 125-138.

<https://doi.org/10.33541/edumatsains.v4i2.1378>

Hamidah, R. (2020). Uji aktivitas antibakteri ekstrak biji ketumbar (*Coriandrum sativum* L) terhadap bakteri *Bacillus cereus* ATCC 11778 secara in vitro. (No Publikasi 110) [Skripsi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karya Putra Bangsa]. Repository Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karya Putra Bangsa.

Hasibuan, A. A. U., Tarigan, G. A. B., Rambe, K. U., Tarigan, S. A., & Gultom, E. S. (2024). Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak daun sirih terhadap bakteri *Bacillus cereus*. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 11(1), 47-54.

<https://doi.org/10.29407/jbp.v11i1.21662>

Husni, A., & Budhiyanti, S. A. (2021). *Rumput laut sebagai sumber pangan, kesehatan, dan kosmetik*. Gadjah Mada University Press.

Hubert, J. J. (1980). *Bioassay*. Kendall Hunt Publishing Company.

Kurniasari, I., Sulistyaningtyas, A. R., & Darmawati, S. (2022). Isolasi bakteri proteolitik hasil fermentasi inasua ikan bawal (*Colossoma macropomum*). *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 5, 1285-1296.

<https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/semnas/article/view/1299>

Laoli, D., Susanti, N. M., Tillah, R., Telaumbanua, B. V., Zebua, R. D., Dawolo, J., Zebua, O., & Zega, A. (2024). Efektivitas bahan alami sebagai agen antimikroba dalam pengobatan penyakit ikan air tawar: Tinjauan literatur. *Zoologi: Jurnal Ilmu Peternakan, Ilmu Perikanan, Ilmu Kedokteran Hewan*, 2(2), 84-97.

<https://doi.org/10.62951/zoologi.v2i2.66>

Maknunah, J., & Sinaga, M. S. (2018). Eksplorasi dan karakterisasi khamir dan bakteri sebagai agens antagonis terhadap penyebab penyakit blas pada padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(3), 83-88.

<https://doi.org/10.14692/jfi.14.3.88>

Manu, K. R., Tongkonda, E., & Gelolodo, M. A. (2019). Isolasi dan identifikasi terhadap bakteri penyebab mastitis pada sapi perah di Desa Benlutu Kecamatan Batu Putih Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Veteriner Nusantara*, 2(2), 10-19. <https://doi.org/10.35508/jvn.v2i2.1809>

- Muliani, H. (2011). Pertumbuhan mencit (*Mus musculus* L.) setelah pemberian biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 19(1), 44-54. <https://doi.org/10.14710/bioma.13.2.73-79>
- Mulyani, D. R., Dewi, E. N., & Kuniasih, R. A. (2017). Karakteristik es krim dengan penambahan alginat sebagai penstabil. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(3), 36-42. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/20295>
- Muslimin., & Sari, W. K. P. (2017). Budidaya rumput laut *Sargassum* sp. dengan metode kantong pada beberapa tingkat kedalaman di dua wilayah perairan berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3), 221-230. <http://dx.doi.org/10.15578/jra.12.3.2017.221-230>
- Nainggolan, N., Seprianto, & Kusumawati, R. (2021). Synthesis of alginate oligosaccharide (AOS) using different solvents. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 5(3), 78-83. <https://doi.org/10.47007/ijobb.v5i3.98>
- Niraputri, V., Romadhon., & Suharto S. (2021). Pengaruh lama perendaman asam klorida terhadap kekuatan gel gelatin teripang hitam (*Holothuria leucospilota*). *PENA Akuatika*, 20(1), 17-31. [10.31941/penaakuatika.v20i1.1326](https://doi.org/10.31941/penaakuatika.v20i1.1326)
- Nurkhanifah, S. I., & Husni, A. (2020). Rasio natrium karbonat dalam ekstraksi berpengaruh pada mutu natrium alginat sargassum muticum. *Jurnal Tekno Sains*, 10(1), 10-18. <https://doi.org/10.22146/teknosains.41982>
- Othman, A. R., Imron, M. F., Ismail, N. I., Kamaruzzaman, M. A., Abdullah, S. R. S., Al-Baldawi, I. A., Kurniawan, S. B., Jusoh, H. H. W., Ismail, A., & Hasan, H. A. (2025). Biosorption of hexavalent chromium in aqueous solution by *Bacillus cereus*. *Environmental Technology & Innovation*, 37, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2025.104015>
- Pelczar, M. J., Chan, E. C. S., Hadioetomo, R. S., Imas, T., Tjotrosomo, S. S., & Angka, S. L. (1988). *Dasar-dasar mikrobiologi II*. UI Press Jakarta.
- Putriyana, R. S., Abdulah, I., Purwaningsih, I., & Silvia, L. (2018). Sintesis natrium alginat dari *Sargassum* sp. dengan proses *leaching*. *Jurnal Politeknik Negeri Bandung*, 9, 89-93. <https://doi.org/10.35313/irwns.v9i0.1046>
- Rakhman, A. M. (2014). Studi kandungan mineral alga coklat *Sargassum cristaefolium* segar (No Publikasi 133715) [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Repository Universitas Brawijaya.
- Reed, L. J., & Muench, H. (1938). A simple method of estimating fifty per cent endpoints. *American Journal of Epidemiology*, 27(3), 493-497. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a118408>

- Riskana, T. (1999). Pengaruh kafein terhadap peningkatan kadar asam urat pada darah mencit (No Publikasi 6452) [Skripsi, Universitas Brawijaya]. Repository Universitas Brawijaya.
- Riwanti, P., Izazih, F., & Amaliyah. (2020). Pengaruh perbedaan konsentrasi etanol pada kadar flavonoid total ekstrak etanol 50,70 dan 96% *Sargassum polycystum* dari Madura. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika*, 2(2), 82-95. <http://dx.doi.org/10.36932/jpcam.v2i2>
- Rohmat, N., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. (2014). Pengaruh perbedaan suhu dan lama penyimpanan rumput laut *Sargassum polycystum* terhadap stabilitas ekstrak kasar pigmen klorofil. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 118-126. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/view/4828>
- Safitri, Y. B., Setyawan, A., Juliasih, N. L. G. R., Widiastuti, E. L., & Susanto, G. N. (2023). Isolasi, karakterisasi, dan identifikasi bakteri endofit *Sargassum polycystum* penghasil enzim alginat lyase. *Journal of Tropical Marine Science*, 6(1), 38-44. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i1.3732>
- Safitri, Y. B. (2023). Studi bakteri simbiosis *Sargassum polycystum* penghasil enzim alginat lyase dari perairan Lampung: Penapisan, karakterisasi dan identifikasi. [Tesis, Tidak Terpublikasi]. Universitas Lampung.
- Salsabela, P. E. (2022). Uji efektivitas tonikum ekstrak etanol daun kayu manis (*Cinnamomum burmanni*) pada mencit putih jantan (*Mus musculus*) (No Publikasi 41467) [Skripsi, Universitas Jambi]. Repository Universitas Jambi.
- Samodra, E. M. A., Wattimury, A., Budiarso, T. Y., & Amarantini, C. (2024). Identifikasi *Bacillus* sp. pada makanan ringan berbasis umbi-umbian melalui analisis molekuler gen toxin hbl dan nhe. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 4(5), 1235-1244. <https://doi.org/10.59141/comserva.v4i5.1294>
- Setiani, N. A., Agustina, N., Mardiah, I., Hamdani, S., & Astriany, D. (2020). Potensi *Bacillus cereus* dalam produksi biosurfaktan. *Jurnal Biologi Udayana*, 24(2), 135-141. [10.24843/JBIOUNUD.2020.v24.i02.p09](https://doi.org/10.24843/JBIOUNUD.2020.v24.i02.p09)
- Sicca, S. P. (2024). Infeksi Bakteri *Bacillus Cereus* Menyebabkan Penyakit Apa? Ini Ulasannya. <https://health.kompas.com/read/24K05180000868/infeksi-bakteri-bacillus-cereus-menyebabkan-penyakit-apa-ini-ulasannya?page=all>.
- Sinurat, E., & Marliani, R. (2017). Karakteristik Na-alginat dari rumput laut cokelat *Sargassum crassifolium* dengan perbedaan alat penyaring. *Jurnal*

- Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 20(2), 351-361.
<http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.18103>
- Subaryono., Perangiangan, R., Suhartono, M. T., & Zakaria, F. R. (2013). Alginate liase: Sumber, mekanisme aktivitas dan aplikasi potensial. *Squalen Bulletin of Marine & Fisheries Postharvest & Biotechnology*, 8(3), 105-116. <https://doi.org/10.15578/squalen.39>
- Subaryono., Perangiangan, R., Suhartono, M. T., & Zakaria, F. R. (2015). Isolasi dan identifikasi bakteri penghasil alginat lyase dari rumput laut *Sargassum crassifolium*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 10(1), 1-9. [10.15578/jpbkp.v10i1.239](https://doi.org/10.15578/jpbkp.v10i1.239)
- Subaryono., Perangiangan, R., Suhartono, M. T., & Zakaria, F. R. (2017). Aktivitas imunomodulator oligosakarida alginat (OSA) yang dihasilkan dari alginat asal *Sargassum crassifolium*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia (JPHPI)*, 20(1), 63-73. [10.17844/jphpi.v20i1.16434](https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16434)
- Sunar, S. M. (2015). Pengukuran kadar natrium alginat dari alga coklat spesies *Sargassum* sp. sebagai bahan dasar pembuatan bahan cetak kedokteran gigi (*Irreversible Hydrocolloid/Dental Impression Material*) (No Publikasi 77624353) [Skripsi, Universitas Hasanuddin]. Repository Universitas Hasanuddin.
- Sutandi, M. S. A., Budiarti, S., & Priyanto, J. A. (2024). Isolasi, karakterisasi, dan identifikasi bakteri penghasil hemolisin dari penderita gingivitis. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 10(4), 162-169.
<https://doi.org/10.29244/jsdh.10.4.162-169>
- Tolistiawaty I. (2014). Gambaran kesehatan pada mencit (*Mus musculus*) di instalasi hewan coba. *Jurnal Vektor Penyakit*, 8(1), 27-32.
<https://doi.org/10.22435/VEKTORP.V8I1.7527.27-32>
- Widiyartini, D. S., Insan, A. I., & Sulistyani. (2012). Keanekaragaman morfologi rumput laut *Sargassum* dari Pantai Permisan Cilacap dan potensi sumberdaya alginatnya untuk industri. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan II*, 3(1), 61-66.
- Xing, M., Cao, Q., Wang, Y., Xiao, Y., Zhao, J., Zhang, Q., Ji, A., & Song, S. (2020). Advances in research on the bioactivity of alginate oligo-saccharides. *Journal Marine Drugs*, 18(144), 2-26.
<https://doi.org/10.3390/md18030144>
- Yustinah, Y., Gozan, M., Hermansyah, H., & Alamsyah, R. (2016). Pengaruh jenis sumber nitrogen pada pembuatan olyhydroxybutyrate dari glukosa menggunakan bakteri *Bacillus cereus*. *Prosiding Seminar Nasional Sains*

dan Teknologi. Jakarta.

<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/722>

Yusuf, M., Al-Gizar, M. R., Rorrong, Y. Y. A., Badaring, D. R., Aswanti, H., MZ, S. M. A., Nurazizah., Dzalsabila, A., Ahyar, M., Wulan, W., Putri, M. J., & Arisma, W. F. (2022). *Teknik Pengelolaan dan Pengelolaan Hewan Coba*. Jurusan Biologi FMIPA Kampus UNM Parangtambung.