

**EFEKTIVITAS SUPLEMENTASI OLIGOSAKARIDA ALGINAT
Sargassum SECARA ENZIMATIS TERHADAP RESPON IMUN UDANG
VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

SKRIPSI

Oleh

**Ghina Nurul Hania
NPM 2054111005**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS SUPLEMENTASI OLIGOSAKARIDA ALGINAT *Sargassum* SECARA ENZIMATIS TERHADAP RESPON IMUN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)

Oleh

GHINA NURUL HANIA

Alginat memiliki peran yang baik sebagai imunostimulan, alginat merupakan polisakarida dari alga coklat. Oligosakarida alginat (OSA) memiliki berat molekul lebih rendah sehingga memiliki aktivitas lebih baik dari poligosakarida alginat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian OSA *Sargassum* yang dimediasi enzim alginate lyase dari bakteri *Bacillus cereus* PTF pada udang vaname. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan pemberian OSA pada udang vaname dengan dosis yang berbeda, yaitu A: 0ml/kg pakan, B: 100ml/kg pakan, C: 120ml/kg pakan masing-masing 3 ulangan. Parameter hematologi yang diamati total hemosit, aktivitas dan indeks fagositosis, total protein plasma dan laju sintasan udang. Pengambilan sampel hemolim dan pengamatan parameter hematologi dilakukan pada hari ke-0, hari ke-7 dan hari ke-14. Hasil penelitian ini menunjukkan berbeda nyata pada parameter laju sintasan udang 0,018. Kesimpulannya oligosakarida alginat dalam pakan belum cukup efektif dalam meningkatkan respon imun non spesifik udang vaname pada total hemosit, aktivitas dan indeks fagositosis, total protein plasma. Perlu optimasi waktu dalam pembentukan OSA oleh bakteri *Bacillus cereus* PTF dan dosis pemberian ke udang untuk meningkatkan respon imun udang vaname.

Kata kunci: Enzim Alginat Lyase, Oligosakarida Alginat, Sistem Imun, Udang Vaname

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF ENZYMATICALLY *Sargassum* ALGINATE OLIGOSACCHARIDES SUPPLEMENTATION ON THE IMMUNE RESPONSE OF PACIFIC WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)

By

GHINA NURUL HANIA

Alginate has a good role as an immunostimulant, alginate is a polysaccharide from brown algae. Alginate oligosaccharide (AOS) has a lower molecular weight so it has better activity than alginate polygosaccharide. This study aims to determine the effectiveness of giving AOS *Sargassum* mediated by the enzyme alginate lyase from the bacteria *Bacillus cereus* PTF on white shrimp. This study used a completely randomized design (CRD) with 3 treatments of giving AOS to white shrimp with different doses, namely A: 0ml/kg feed, B: 100 ml/kg feed, C: 120ml/kg feed each with 3 replications. The hematological parameters observed were total hemocytes, phagocytosis activity and index, total plasma protein and shrimp survival rate. Hemolymph sampling and observation of hematological parameters were carried out on day 0, day 7 and day 14. The results of this study showed a significant difference in the shrimp survival rate parameter of 0.018. In conclusion, oligosaccharide alginate in feed is not effective enough in increasing the non-specific immune response of white shrimp on total hemocytes, phagocytosis activity and index, total plasma protein. It is necessary to optimize the time in the formation of AOS by *Bacillus cereus* PTF bacteria and the dose given to shrimp to increase the immune response of white shrimp.

Key words: Alginate Lyase Enzyme, Alginate Oligosaccharide, Immune System, Pacific White Shrimp

**EFEKTIVITAS SUPLEMENTASI OLIGOSAKARIDA ALGINAT
SARGASSUM SECARA ENZIMATIS TERHADAP RESPON IMUN
UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*)**

Oleh

**Ghina Nurul Hania
2054111005**

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**

Judul Skripsi

: Efektivitas Suplemantasi Oligosakarida Alginat
Sargassum Secara Enzimatis Terhadap Respon
Imun Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Nama Mahasiwa

: **Ghina Nurul Hania**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2054111005

Jurusan/Program Studi

: Perikanan dan Kelautan/Budidaya Perairan

Fakultas

: Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Maulid Wahid Yusup, S.Pi., M.Si.
NIP 198512232020121008

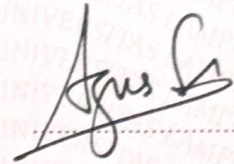
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

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

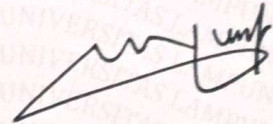
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

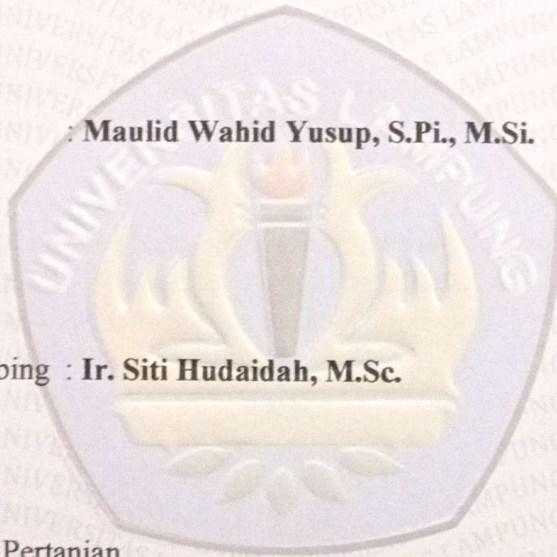
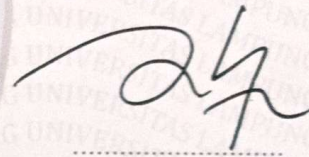
Ketua : **Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.**



Sekretaris : **Maulid Wahid Yusup, S.Pi., M.Si.**



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

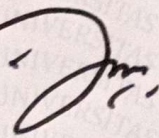


2. Dekan Fakultas Pertanian



Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

09647118 198902 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 3 Juni 2025

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis yang saya buat berupa skripsi ini adalah asli belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana/ahli madya), di Universitas Lampung.
2. Karya tulis ini murni, gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 30 Juni 2025



Ghina Nurul Hania
NPM. 2054111005

RIWAYAT HIDUP

Penulis memiliki nama lengkap Ghina Nurul Hania yang dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 18 Agustus 2002. Penulis merupakan anak pertama, putri dari pasangan Bapak Herman dan Ibu Megalina. Penulis merupakan dua bersaudara yang memiliki satu adik laki-laki bernama Z. Afif. Penulis memulai pendidikan Taman kanak-kanak di TK Pertiwi Kalibalangan pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Sukamaju 2008-2014, SMP Negeri 1 Kotabumi 2014-2017, SMA Negeri 3 Kotabumi 2017-2020.

Penulis melanjutkan pendidikan strata-1 (S1) pada Program Studi Budi daya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SMMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis bergabung dalam tim content creator program studi budidaya perairan. Penulis juga pernah menjadi Bendahara pelaksana dalam program kerja Pengenalan Masyarakat Perikanan di organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) pada tahun 2022. Penulis melakukan kegiatan magang pada Januari-Februari 2022 di Balai Benih Ikan Metro dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada Januari-Februari 2023 di Desa Asahan Way Sindi, Kecamatan Karya Penggawa, Kabupaten Pesisir Barat. Penulis mengikuti kegiatan Praktik Umum pada Juni-Juli 2023 di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara.

Kedua orang tua, Bapak Herman dan Ibu Megalina serta adik tercinta atas dukungan, bantuan, semoga Allah selalu melimpahkan kesehatan, keberkahan, dan rezeki.

MOTTO

"Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Knowing what things to keep and what things to release. you can't carry all things, decide what is yours to hold and let the rest go."

(Taylor Swift)

"Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya"

(Q.S. Yasin: 40)

"Dan tidak ada kesuksesan bagiku melaikan atas (pertolongan) Allah"

(Q.S. Huud: 88)

"Hidup berakal mati beriman"

(Geen)

UCAPAN TERIMA KASIH

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

Skripsi dengan judul **“Efektivitas Suplementasi Oligosakarida Alginat Sargassum Secara Enzimatis Terhadap Respon Imun Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)”** adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih 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;
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.. selaku Dosen Pembimbing Utama;
4. Maulid Wahid Yusup, S.Pi, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
5. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku Dosen Penguji Utama;
6. Denny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Akademik;
7. Bapak Herman dan Ibu Megalina selaku Kedua orang tua;

Bandar Lampung, Juni 2025

Ghina Nurul Hania

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Kerangka Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	6
2.1.1 Morfologi Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	7
2.1.2 Habitat Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	7
2.2 Penyakit Pada Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2.3 Respon Imun Udang Vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	8
2.4 <i>Sargassum</i> sp.	10
2.5 Alginat	11
2.6 Enzim Alginat Lyase	12
2.7 Imunostimulan	12
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15

3.3	Rancangan Penelitian.....	17
3.4	Pelaksanaan penelitian.....	17
3.4.1	Persiapan Wadah dan Hewan Uji.....	17
3.4.2	Ekstraksi Alginat	18
3.4.3	Pembuatan Suspensi Bakteri <i>Bacillus cereus</i>	18
3.4.4	Pembuatan Pakan Bersuplementasi Oligosakarida Alginat	18
3.4.5	Pemeliharaan Udang	19
3.4.6	Pengambilan Hemolim	19
3.5	Parameter Yang Diamati.....	19
3.5.1	Total <i>Haemocyte Count</i> (THC).	19
3.5.2	Aktivitas Fagositosis dan Indeks Fagositosis (AF/IF)	20
3.5.3	Total Protein Plasma (TPP).....	20
3.5.4	<i>Survival Rate</i> (SR).....	21
3.6	Analisis Data.....	21
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1	Hasil.....	22
4.1.1	Hasil Parameter Penelitian	22
4.1.1.1	Total <i>Haemocyte Count</i> (THC).....	22
4.1.1.2	Aktivitas Fagositosis (AF)	23
4.1.1.3	Indeks Fagositosis (IF)	23
4.1.1.4	Total Protein Plasma (TPP)	24
4.1.1.5	<i>Survival rate</i> (SR)	24
4.2	Pembahasan	25
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1	Simpulan	28
5.2	Saran	28
	DAFTAR PUSTAKA	29

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat penelitian.....	15
2. Bahan-bahan penelitian.....	16
3. THC setelah perlakuan alginat oligosakarida	22
4. Aktivitas fagositosis (%) sesuai waktu sampling.....	23
5. Indeks fagositosis sesuai waktu sampling	23
6. TPP ($\mu\text{g/ml}$) sesuai waktu sampling	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka penelitian	5
2. Morfologi Udang Vaname	6
3. <i>Sargassum</i> sp.....	10
4. Struktur kimia pada alginat	12
5. <i>Survival rate</i> (SR) udang vaname selama 14 hari pemeliharaan	24

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Udang vaname di Indonesia menjadi komoditas andalan pada sektor budidaya perikanan dan menjadi prioritas pengembangan akuakultur di Indonesia dalam meningkatkan perekonomian nasional. Udang vaname memiliki nilai ekonomis serta menjadi jenis udang alternatif yang dapat dibudidayakan di Indonesia. Berdasarkan (KKP) Kementerian Kelautan dan Perikanan, tahun 2024 kontribusi udang terhadap volume produksi hasil perikanan Indonesia mencapai 885.323 ton terjadi penurunan 5,98% dari tahun sebelumnya. Diduga hal tersebut diakibatkan oleh serangan penyakit pada budidaya udang vaname (KKP, 2025).

Serangan penyakit yang sering terjadi pada budidaya udang vaname disebabkan oleh penyakit vibriosis. Penyakit vibriosis adalah penyakit infeksi yang diakibatkan oleh bakteri *Vibrio parahaemolyticus* (Evan et al., 2021). Bakteri *Vibrio parahaemolyticus* memiliki gen regulator berupa *toxR* yang mengatur pengeluaran faktor virulensinya sehingga menyebabkan penyakit. Gen *toxR* akan memproduksi toksin yang berupa hemolisin. Toksin ini yang menjadi peran dalam proses patogenisitas bakteri. Vibriosis merupakan penyakit bakterial yang kerap menginfeksi udang dan dapat mengakibatkan kematian pada udang hingga 80-85% dari total populasi (Caro et al., 2020).

Salah satu usaha untuk menghindari infeksi dengan cara meningkatkan sistem kekebalan tubuh udang. Meningkatkan sistem kekebalan tubuh udang dapat dilakukan dengan menggunakan bahan alami imunostimulan, penggunaan imunostimulan dari tanaman merupakan salah satu upaya untuk mencegah penyakit dalam kegiatan budidaya perikanan (Darmawan et al., 2023).

Imunostimulan merupakan bahan alami lain yang mampu meningkatkan mekanismen respon imun spesifik dan non-spesifik. Salah satu imunostimulan yang diaplikasikan pada tambak udang vaname adalah alginat *Sargassum* sp. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya parameter imun udang yang diamati, alginat aman untuk diberikan sebagai suplemen pakan pada udang vaname (Setyawan et al., 2020). Penambahan ekstrak alginat *Sargassum* sp. dengan dosis 2 g/kg pakan dapat menaikkan respon imun udang vaname (Setyawan et al., 2021).

Alginat dihasilkan dengan mengisolasi rumput laut cokelat melalui proses perendaman dalam larutan natrium karbonat kemudian dilanjutkan dengan metode asam atau metode kalsium (Hernandez et al., 2013). Metode asam bertujuan untuk mengindrolisis dinding sel dan memperbesar proses berdifusinya pelarut saat proses ekstraksi (Osvaldo, 2012). Alginat memiliki berat molekul yang besar 500-1000 kDa sehingga berpengaruh pada kapasitas larutnya (Sinurat & Marlioni, 2017). Menurut (Subaryono, 2010) berat molekul pada alginat dapat berpengaruh dan mengurangi pemanfaatan, keadaan ini memicu adanya usaha untuk memisahkan susunan polimer alginat.

Proses degradasi alginat bertujuan untuk memecah struktur polimer dalam alginat guna menghasilkan oligosakarida alginat dengan ukuran molekul yang lebih kecil (Jangtap et al., 2022). Salah satu metode yang digunakan untuk memecah ikatan polimer pada alginat menjadi molekul yang lebih kecil adalah dengan pendekatan biologis melalui proses enzimatik yang melibatkan enzim alginat lyase. Enzim alginat lyase berperan penting dalam mendegradasi alginat secara spesifik, tergantung pada jenisnya, yaitu poliguluronat dan polimannuronat. Hasil akhir dari aktivitas enzim ini adalah alginat oligosakarida (OSA), yang memiliki berbagai manfaat, seperti antikoagulan, pro-biotik, antioksidan, agen anti-kanker, stimulator pertumbuhan, serta bahan alami imunomodulator yang dapat merangsang peningkatan sistem kekebalan tubuh (Subaryono et al., 2019).

Alginat oligosakarida (OSA) merupakan hasil turunan dari alginat yang memiliki tingkat kelarutan lebih tinggi dalam air serta menunjukkan bioaktivitas yang lebih unggul dibandingkan bentuk polimernya. Senyawa ini memiliki kemampuan dalam mengurangi risiko penyakit akibat infeksi bakteri patogen. Potensi pemanfaatan alginat oligosakarida (OSA) sebagai senyawa imunomodulator sangat besar, mengingat ketersediaan rumput laut coklat sebagai sumber alginat di Indonesia cukup melimpah, yakni sekitar 300 ton per tahun (Subaryono, 2011).

Alginat lyase merupakan enzim yang memecah alginat, yaitu polisakarida yang terdapat dalam dinding sel alga coklat (seperti *Laminaria*, *Sargassum*). Enzim ini mampu menguraikan biofilm berbasis alginat. Bakteri penghasil Alginat Lyase pada udang menjaga kesehatan lingkungan tambak, Beberapa bakteri penghasil alginat lyase (*Bacillus*, *Pseudoalteromonas*, atau *Shewanella*) dapat berperan sebagai agen probiotik, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, meningkatkan kesehatan saluran pencernaan udang, meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan. Bioremediasi limbah organik Alginat lyase juga berperan dalam dekomposisi bahan alami kompleks yang berasal dari sisa pakan atau plankton mati, membantu mengurangi akumulasi limbah dalam tambak.

Ekstrak dari *Sargassum* sp. diketahui mempunyai kandungan alginat dan memiliki aktivitas kemotaksis yang berguna menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen dan fagositosis pada peritoneal (Yudiati et al., 2016). Pada penelitiannya menyatakan suplementasi alginat dari rumput laut coklat dapat meningkatkan respon imun udang vaname. Namun, kurangnya informasi tentang pemanfaatan dari *Sargassum* sp. dengan ukuran molekul pada alginat dapat berpengaruh dan mengurangi pemanfaatan yang menyebabkan perlu adanya usaha untuk memecah ikatan polimer alginat. Proses degradasi alginat bertujuan untuk menghasilkan alginat oligosakarida yang memiliki berat molekul yang lebih kecil (Jangtap et al., 2022). Serta penggunaan alginat yang paling efektif untuk udang sehingga perlu dilakukan kajian mengenai penggunaan bahan rumput laut coklat dengan di ekstrak dan menghasilkan

asam alginat yang telah terdegradasi menjadi oligosakarida sebagai imunostimulan guna menaikkan respon imun nonspesifik pada udang vaname.

1.2. Tujuan Penelitian

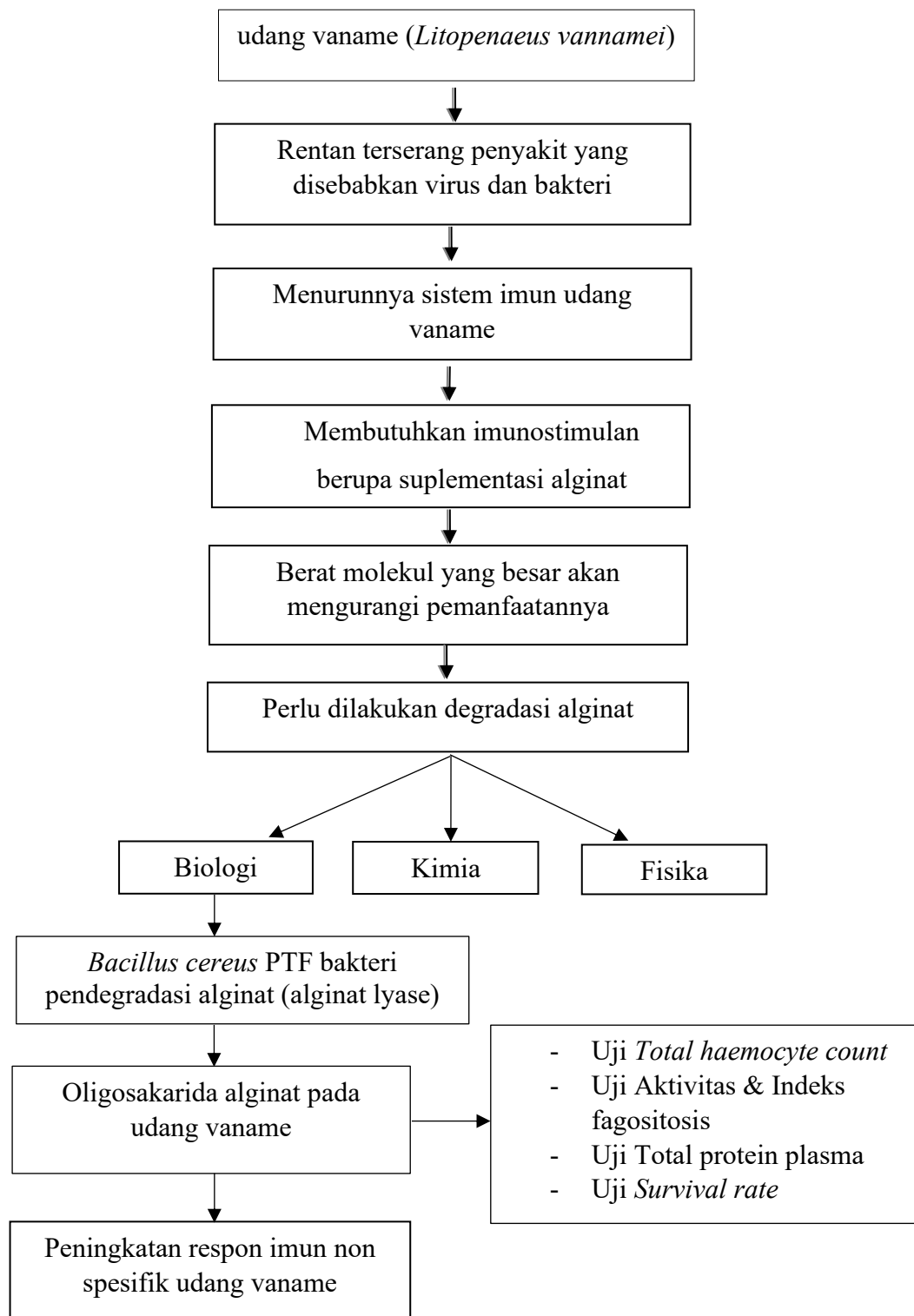
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian OSA *Sargassum* yang dimediasi enzim alginate lyase dari bakteri *Bacillus cereus* PTF pada udang vaname.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi efektifitas pentingnya penggunaan alginat oligosakarida terhadap respon imun dengan penggunaan yang lebih rendah melalui pakan udang vaname.

1.4. Kerangka Penelitian

Udang vaname merupakan salah satu komoditas perikanan yang sangat digemari. Dalam kegiatan budidayanya, kendala utama yang sering dihadapi adalah serangan patogen seperti bakteri dan virus yang dapat menghambat pertumbuhan udang. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah dengan memperkuat sistem imun udang. Penguatan sistem kekebalan ini bisa dilakukan melalui pemberian bahan alami yang berfungsi sebagai imunostimulan. Salah satu imunostimulan yang digunakan di tambak udang vaname adalah alginat yang berasal dari rumput laut *Sargassum*. Alginat memiliki berat molekul besar, berkisar antara 500-1000 kDa, yang mempengaruhi tingkat kelarutannya. Berat molekul yang tinggi pada alginat dapat membatasi pemanfaatannya, sehingga diperlukan upaya untuk memecah struktur polimernya. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan oligosakarida alginat dengan ukuran molekul yang lebih kecil. Salah satu metode yang umum digunakan untuk memecah struktur alginat adalah dengan cara biologi melalui teknik enzimatik menggunakan enzim alginat lyase. Enzim ini berfungsi khusus dalam mendegradasi alginat dan menghasilkan produk akhir berupa oligosakarida alginat (OSA). OSA diketahui memiliki banyak manfaat, salah satunya sebagai imunomodulator alami yang mampu merangsang sistem kekebalan tubuh udang. Kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



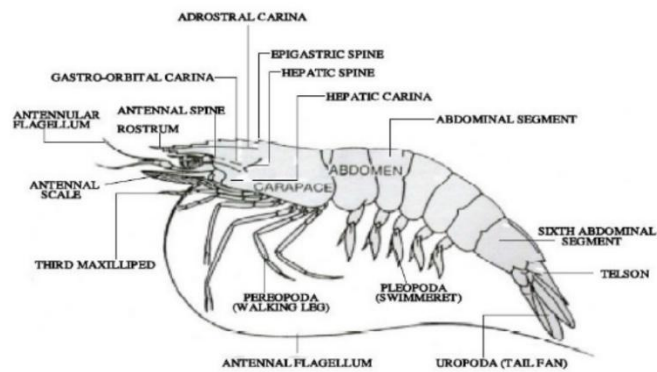
Gambar 1. Kerangka Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Klasifikasi dari udang vaname menurut (Wyban & Sweeney, 2000) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Crustacea
Ordo : Decapoda
Famili : Penaeidae
Genus : *Penaeus*
Spesies : *Litopenaeus vannamei*



Gambar 2. Morfologi Udang Vaname

Sumber: (<https://www.tambak milenial>)

Gambar morfologi udang vaname dapat dilihat pada gambar 2. Udang vaname memiliki tubuh yang transparan, perubahan warna kulit udang vaname terjadi jika mengalami stress akibat perubahan lingkungan yang

buruk menjadi warna putih kapas (Sa'adah, 2010). Pada bagian kepala terdapat mata majemuk yang bertangkai dan memiliki dua buah antena yaitu antenna dan antenula yang keduanya memiliki fungsi sensorik. Bagian lain pada udang yaitu mandibula yang berfungsi sebagai alat untuk menghancurkan makanan yang keras dan terdapat dua pasang maxilla yang berfungsi membawa makanan ke mandibula (Prayugi, 2014).

2.1.1 Morfologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Udang vaname ialah udang jenis penaeidae tubuhnya terdiri dari beberapa segmen. Haliman & Adijaya (2005) menyebutkan udang putih memiliki bentuk tubuh yang berlapis, dan adanya proses berganti kulit secara periodik, aktifitas ini disebut molting. Ukuran udang putih maksimal 24 cm (betina) dan 20 cm (Jantan) dengan warna tubuh yang khas ada bitnik kemerahan, transparan dan dengan permukaan kulit yang halus dan licin (Kitani, 1994).

2.1.2 Habitat Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Habitat udang vaname muda berada di perairan payau, sedangkan untuk udang dewasa lebih sering berada di laut. Udang dewasa biasanya hidup berkelompok dan melakukan perkawinan, setelah betina melakukan pergantian cangkang (Wyban & Sweeney, 2000). Kualitas perairan yang baik akan mendukung tumbuh kembang udang vaname secara optimal (Haliman & Adijaya, 2005). Suhu yang paling baik untuk tumbuh kembang udang vaname adalah 26-32°C. Jika dalam keadaan lingkungan yang suhunya diatas keadaan optimal maka metabolisme udang akan meningkat sehingga akan berbanding lurus dengan kebutuhan oksigen terlarut, sedangkan keadaan suhu di bawah optimal nafsu makan udang akan menurun (Wardoyo, 1997). Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) habitat aslinya berasal dari perairan samudera pasifik, namun spesies ini diintroduksi dan dapat dibudidayakan dengan baik di Indonesia (Sukadi, 2002). Menurut (Fegan, 2003), penyebaran udang di Asia dimulai pada tahun 1990, yaitu di Taiwan dan selanjutnya mulai melakukan penyebaran ke negara-negara Asia Tenggara yang lainnya termasuk Indonesia dan berkembang pesat pada tahun 2001-2002.

2.2 Penyakit Pada Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Serangan penyakit akibat infeksi virus merupakan salah satu penyebab utama kerugian besar yang dialami petambak udang di Indonesia. Beberapa virus yang sering menyerang antara lain *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Taura Syndrome Virus* (TSV), *Yellowhead Virus* (YHV), *Infectious Myonecrosis Virus* (IMNV), dan *Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis Virus* (IHHNV). Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No.26/MEN/2013, beberapa virus yang dikategorikan sebagai hama dan penyakit ikan karantina yang mewabah dalam budidaya udang vaname meliputi WSSV, Monodon Baculovirus, dan YHV.

White Spot Syndrome Virus (WSSV) adalah patogen yang paling sering menyerang udang windu dan udang vannamei. Virus ini sangat menular dan dapat menginfeksi berbagai spesies udang (Lightner, 1996). Penularan WSSV dapat terjadi secara vertikal, yaitu dari induk ke larva, maupun secara horizontal melalui air yang tidak disterilkan (penularan melalui air). Infeksi WSSV dapat menyebabkan kematian massal pada udang hingga mencapai 100% dalam waktu 2 hingga 7 hari, baik di hatchery maupun di tambak, yang berujung pada penurunan produksi. Dalam lingkungan budidaya, virus ini juga dapat menyebar melalui praktik kanibalisme terhadap udang yang sudah terinfeksi maupun melalui air yang telah tercemar (Chang & Buswell, 1996).

2.3 Respon Imun Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Respon sistem imun pada udang dibentuk oleh jaringan limfoid, dengan organ utama yang berperan dalam sistem ini dikenal sebagai organ oka. Organ oka terletak di bagian depan hepatopankreas dan terdiri dari dua lobus yang menyatu membentuk struktur bulat berwarna putih (Nuryati, 2000). Alifuddin (2002) menyatakan bahwa organ ini berada di bagian dorso-anterior dari hepatopankreas serta ventro-lateral pada bagian depan dan belakang lambung. Organ oka berfungsi sebagai tempat

akumulasi partikel asing yang masuk ke tubuh udang, termasuk mikroorganisme patogen (Prayugi, 2014).

Secara umum, krustasea memiliki sistem imun non-spesifik karena tidak mampu mengenali dan mengikat antigen secara spesifik. Pertahanan pertama terhadap patogen pada udang adalah kutikula yang keras, yang berfungsi sebagai penghalang fisik. Namun, apabila patogen seperti bakteri, virus, atau jamur berhasil menembus pertahanan ini, maka sistem pertahanan internal akan aktif, yang melibatkan respons seluler dan humoral sebagai garis pertahanan kedua (Van de Braak, 2002). Sistem kekebalan udang berbeda dengan sistem imun pada hewan vertebrata. Pada udang, pertahanan imun dilakukan melalui aktivitas hemosit dan protein-protein dalam plasma (Vargas-Albores, 1996).

Darah udang, yang disebut hemolimfa, tidak mengandung hemoglobin, sehingga tidak berwarna merah. Sebagai gantinya, fungsi pengangkutan oksigen yang biasanya dilakukan oleh hemoglobin digantikan oleh haemosianin. Haemosianin merupakan protein yang mengandung tembaga (Cu) dan berperan dalam mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh udang (Maynard, 1960). Hemosit dalam tubuh udang berfungsi mirip dengan sel darah putih pada hewan bertulang belakang (Fariedah, 2010) dan berperan penting dalam sistem kekebalan non-spesifik (Alifuddin, 2002). Sistem imun non-spesifik udang mencakup mekanisme pertahanan baik secara seluler maupun humoral (Ode, 2013). Aktivitas fagositosis yang meningkat pada hemosit menjadi indikator adanya respon imun yang sedang berlangsung dalam tubuh udang (Putranti, 2013). Fagositosis diawali dengan proses penempelan patogen oleh sel fagosit, diikuti dengan penelanan ke dalam sel tersebut. Hemosit juga mengandung enzim yang terlibat dalam regulasi kaskade proteolitik, yang berfungsi untuk me-ngendalikan rangsangan serta mencegah kerusakan jaringan akibat infeksi patogen.

2.4 *Sargassum* sp.

Sargassum sp. merupakan jenis alga coklat yang hidup dan tumbuh pada perairan dengan cara melayang bebas atau melekat. *Sargassum* sp. yang hidup melekat mempunyai tiga bagian yaitu penahan, sumbu utama, dan lateral (Rindi et al., 2011). *Sargassum* sp. menunjukkan keragaman morfologi yang bervariasi antar spesies. Secara umum, struktur tubuhnya terdiri atas batang yang kokoh dan bersegmen, dilengkapi dengan daun lebar berbentuk seperti pita. Pada beberapa spesies, terdapat gelembung udara yang berfungsi untuk membantu tanaman ini tetap mengapung di permukaan laut (Andirasdin et al., 2023). Gambar *Sargassum* sp. dapat dilihat pada Gambar 3.

Klasifikasi *Sargassum* sp. menurut (Atmadja et al., 1996):

Kingdom	: Chromista
Filum	: Ochrophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Famili	: Sargassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum</i> sp.



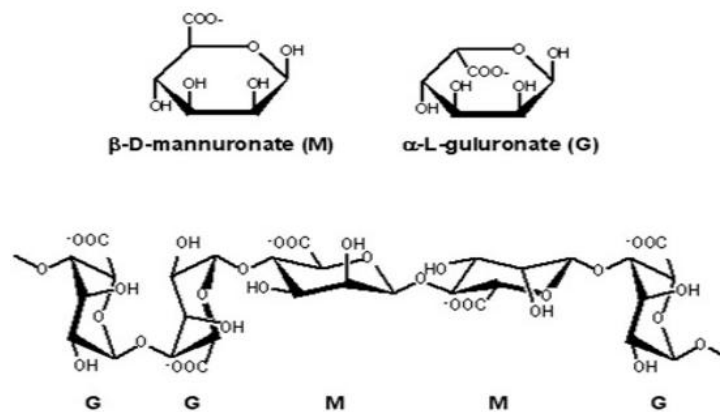
Gambar 3. *Sargassum* sp.

Sumber: (<https://www.psychology-mania.com>)

2.5 Alginat

Alginat merupakan polisakarida asam linear alami yang secara kimiawi terdiri dari unit asam uronat α -L-guluronat dan β -D-mannuronat. Senyawa ini dapat diperoleh dari berbagai jenis makroalga cokelat. Alginat dan turunannya memiliki sifat biologis, kimia, dan fisik yang khas, seperti viskositas tinggi, kemampuan membentuk gel saat bereaksi dengan ion kalsium, berperan sebagai imunomodulator, serta mampu mengatur pertumbuhan dan keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan. Karakteristik tersebut membuat alginat memiliki potensi aplikasi yang luas dalam berbagai bidang. Salah satu bentuk turunan alginat adalah oligosakarida alginat (OSA), yang diperoleh melalui proses depolimerisasi. OSA dapat diproduksi melalui metode enzimatik dengan bantuan enzim alginat lyase, atau melalui cara kimiawi seperti hidrolisis asam maupun degradasi oksidatif. Dibandingkan dengan alginat biasa, OSA memiliki keunggulan berupa kelarutan yang lebih tinggi dalam air dan aktivitas biologis yang lebih kuat. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan metode sintesis yang efisien, berbiaya rendah, dan dapat direproduksi secara konsisten (Zhang et al., 2021).

Alginat pada dasarnya memiliki sifat yang tergantung atas tingkat polimerisasi dan perbandingan komposisi guluronan dan manuronan dalam molekul. Beberapa penelitian menyatakan bahwa asam alginat dapat menaikkan sistem imun dan resistensi pada beberapa patogen ikan, dan udang. Pada penelitian terdahulu pemberian sodium alginat pada udang dengan dosis 10, 20, dan 50 μ g/g terbukti mengalami peningkatan aktivitas phenoloxidase dan respiratory bursts, hal ini meningkatkan sistem imun udang vaname dalam melawan bakteri *Vibrio alginolyticus* (Cheng & Lee, 2004). Gambar struktur kimia pada alginat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kimia pada alginat (Winarno, 1990).

2.6 Enzim Alginat Lyase

Alginat lyase merupakan enzim yang berfungsi untuk menguraikan alginat, senyawa yang diperoleh dari alga cokelat seperti *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp., melalui proses degradasi. Alginat sendiri adalah jenis hidrogel koloid yang sifatnya dipengaruhi oleh polimer organik larut air dan banyak ditemukan pada rumput laut (Subaryono, 2010). Enzim ini memiliki potensi besar dalam bidang farmasi karena perannya sebagai biokatalis yang menghasilkan oligosakarida (Zhang & Kim, 2010). Dalam prosesnya, alginat lyase mengkatalisis pembentukan oligosakarida dari alginat, menjadikan hasil degradasinya lebih mudah larut dibandingkan alginat utuh yang belum diurai, serta memiliki aktivitas biologis yang lebih tinggi (Gacesa, 1992). Pemotongan rantai polimer ini bertujuan untuk menghasilkan fragmen dengan panjang dan berat molekul yang lebih kecil sehingga lebih mudah diserap oleh tubuh. Enzim alginat lyase aktif ketika sudah masuk ke dalam aliran darah dan bekerja di area tubuh tertentu untuk memberikan efek yang diharapkan (Subaryono, 2019).

2.7 Imunostimulan

Imunostimulan merupakan substansi (obat dan nutrisi) yang dapat menstimulasi sistem imun untuk melawan infeksi yang disebabkan oleh virus dan bakteri. Pemberian imunostimulasi dilakukan dengan cara

memberikan komponen mikroba seperti β -glukan dan lipopolisakarida (LPS) dengan menggunakan sel bakteri yang telah diinaktivasi (Smith et al., 2003). Imunostimulan alami biasanya dapat ditemukan pada tumbuhan yang mengandung bahan aktif di dalamnya yang mampu melawan serangan patogen atau bakteri. Salah satu sumber alami tersebut adalah rumput laut. Rumput laut berpotensi digunakan sebagai imunostimulan karena kaya akan senyawa bioaktif yang telah teridentifikasi dalam berbagai jenis alga, termasuk alga hijau, cokelat, dan merah. Ketiga jenis alga ini menghasilkan beragam metabolit sekunder dengan aktivitas biologis yang luas. Selain itu, seperti dijelaskan oleh Supriatna et al. (2018), rumput laut mengandung senyawa aktif seperti fukoidan yang merupakan bagian dari polisakarida. Struktur dinding sel alga laut juga diketahui kaya akan polisakarida sulfat, seperti karagenan, yang memiliki berbagai senyawa bioaktif dengan manfaat kesehatan yang signifikan (Febriani, 2011).

Aplikasi penggunaan imunostimulan biasanya diberikan pada ikan dan udang. Menurut (Smith et al., 2003) ada beberapa kriteria pemilihan imunostimulan untuk udang yaitu memiliki biaya yang relatif murah, pemberian perlakuan imunostimulannya mudah, bekerja secara efektif dan memiliki tingkat toksisitas yang rendah. Menurut (Kordi, 2010), penggunaan imunostimulan alami salah satu terobosan yang baik guna meningkatkan sistem imun organisme perairan dan efektif dapat mengendalikan penyakit, aman, dan ramah lingkungan. Penggunaan bahan alami guna meningkatkan sistem imunitas tersebut terbukti mampu mengoptimalkan profil kesehatan hewan perairan di beberapa parameter, diantaranya total hemosit count (THC) dan aktivitas fagositosis (Felix et al., 2004; Yeh et al., 2008).

Kajian tentang penggunaan imunostimulan untuk udang pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Penggunaan imunostimulan alami telah terbukti dapat meningkatkan aktivitas imunostimulan pada udang, jenis rumput laut yang digunakan *Ulva* sp., *Dendrilla* sp., *Spirulina* sp., *Enteromorpha* sp., *Dictyota* sp., dan *Porphira* sp (Castro et al., 2004;

Selvin et al., 2004). Parameter yang dapat dilihat jika aplikasi pemberian imunostimulan dari rumput laut berhasil, yaitu jumlah total hemosit serta aktivitas fagositosis. Hemosit sendiri berperan sebagai komponen utama dalam sistem pertahanan tubuh udang pada tingkat seluler. Sel-sel ini mampu melawan agen infeksi dengan cara memproduksi dan melepaskan protein bioaktif yang bersifat mikrobisidal melalui proses sintesis dan eksositosis (Smith et al., 2003). Selain itu, menurut (Yudiati et al., 2016), suplementasi alginat dari alga cokelat yang diberikan secara oral dapat meningkatkan respon imun udang vaname.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus-September 2024, berlokasi di Laboratorium Budidaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Table 1. Alat-alat penelitian

No.	Nama Alat	Konsentrasi	Merk	Fungsi Kegunaan
1	Terpal plastik	-	HDPE, 4x6 M	Alas menjemur <i>Sargassum</i> .
2	Kompore tungku	-	Tanah, 1 unit	Wadah merebus <i>Sargassum</i> .
3	Pengaduk	-	Kayu, 50 cm	Mengaduk ekstrak <i>Sargassum</i> .
4	Kain blacu	-	50x50 cm	Untuk menyaring <i>Sargassum</i> yang sudah diekstraksi.
5	Timbangan digital	-	NANKAI, 1 unit	Menimbang bahan ekstrak.
6	Termometer	-	GEA, 1 unit	Mengukur suhu.
7	Grinder	-	1 unit	Mengaluskan <i>Sargassum</i> .
8	Gelas ukur	-	Iwaki, Jepang, (Vol, 500 ml)	Menakar volume larutan yang digunakan.
9	DO meter	-	LUTRON, 1 unit	Alat ukur kadar oksigen terlarut.

No	Nama Alat	Konsentrasi	Merk	Fungsi Kegunaan
10	pH meter	-	MEDIATECH, 1 unit	Alat ukur asam basa larutan.
11	Drum	-	<i>Stainless</i> , 100 L	Wadah merebus <i>Sargassum</i> .
12	Ember	-	Plastik, 60 L	Wadah ekstrak <i>Sargassum</i> .

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian

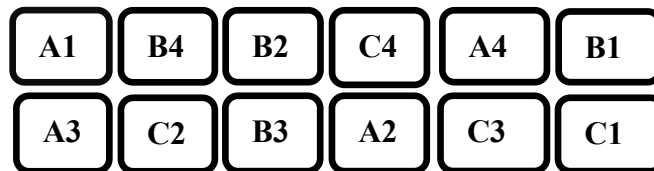
No	Nama Alat	Konsentrasi	Merk	Fungsi Kegunaan
1	<i>Sargassum</i> sp.	-	Perairan Bengkunt, lampung	Bahan yang menghasilkan alginat.
2	HCL	1% & 10%	HCL 32%, PT. Cahaya Agung Makmur	Maserasi.
3	Soda Abu (Na ₂ CO ₃)	2%	Ansac	Bahan untuk mendapatkan Na Alginat.
4	KCL	0,13 M	KCL 99%, K+S	Pemucatan ekstrak.
5	Akuades		CV. Darma Mitra Gemilang	Bahan pelarut untuk mencampurkan bahan kimia.
6	Soda api (NaOH)	-	PT. Tjiwi Kimia	Menetralisasi pH pada larutan.
7	Udang vaname	-	PT. Central Proteina Prima	Hewan uji.
8	Pakan komersil	-	Irawan 682, PT. Central Protein Plasma	Pakan hewan uji.
9	Air	-	Sumur bor	Bahan mencuci <i>Sargassum</i> .

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dengan 4 ulangan seperti berikut :

- A : Suplementasi oligosakarida alginat 0 ml/kg pakan (Kontrol)
 B : Suplementasi oligosakarida alginat 100 ml/kg pakan
 C : Suplementasi oligosakarida alginat 120 ml/kg pakan

Berikut gambar susunan rancangan penelitian dilakukan secara acak :



Keterangan :

A1, A2, A3, A4 : Perlakuan A dan 1,2, 3,4 merupakan ulangan

B1, B2, B3, B4 : Perlakuan B dan 1,2, 3,4 merupakan ulangan

C1, C2, C3, C4 : Perlakuan C dan 1,2, 3,4 merupakan ulangan

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Wadah dan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah udang vaname berukuran $7 \pm 0,13$ g. Udang vaname diperoleh dari PT. Central Protein Prima (CPP) di Kalianda, Lampung selatan. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 12 kontainer berukuran 51 cm x 36 cm x 26 cm dan diisi air laut 20 L. Kontainer tersebut disterilkan dengan dicuci menggunakan sabun, kemudian dibilas dan dikeringkan. Setelah kering, kontainer pemeliharaan udang vaname diisi dengan air laut steril dilengkapi dengan aerasi yang bertujuan menyuplai oksigen. Udang dimasukkan ke kontainer pemeliharaan dengan kepadatan 10 ekor/L dan dipelihara selama 14 hari.

3.4.2 Ekstraksi Alginat

Alga coklat ditimbang dan direndam dengan larutan 1% HCl selama 60 menit, perbandingan yang digunakan adalah 1:2. Alga coklat dibilas dengan air bersih dan dilakukan ekstraksi menggunakan larutan soda ash (2% Na_2CO_3). Kemudian, proses ekstraksi dilanjutkan dengan perebusan pada suhu 60°C selama 60 menit. Ekstrak diambil untuk kemudian disaring menggunakan kain blacu, kemudian larutan yang diperoleh ditambahkan larutan KCl 0,13 M dan didiamkan selama 30 menit. Selanjutnya, ekstrak tersebut diberi tambahan HCl 10% hingga mencapai pH 2–3 dan kembali didiamkan selama 30 menit. Setelah proses tersebut, larutan dinetralkan dengan penambahan larutan soda api (NaOH) hingga pH mencapai kisaran 7–8 (Irvansyah, 2022).

3.4.3 Pembuatan Suspensi Bakteri *Bacillus cereus*

Peremajaan bakteri dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri *Bacillus cereus* (PTF) menggunakan jarum ose kemudian digoreskan pada media TSA dan inkubasi selama 24 jam. Kemudian bakteri yang tumbuh pada media TSA dikultur pada media TSB dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah bakteri tumbuh pada media TSB, lalu bakteri dipanen dengan cara dicentrifuge untuk memisahkan supernatan dan natan pada kecepatan 3.000 rpm selama 30 menit. Selanjutnya supernatan dibuang dan dibilas menggunakan larutan PBS sebanyak dua kali kemudian dihitung kepadatan sel bakteri menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 625 nm.

3.4.4 Pembuatan Pakan Bersuplementasi Oligosakarida Alginat

Pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersial. Proses pembuatan pakan bersuplementasi oligosakarida alginat yaitu mencampurkan 10ml bakteri *Bacillus cereus* dengan 1 liter alginat. Pemberian oligosakarida alginat pada pakan udang vaname dilakukan dengan cara disemprot. Wadah yang digunakan adalah nampan yang berjumlah 4 buah. Wadah disterilisasi dengan cara dicuci menggunakan sabun kemudian dibilas dengan air bersih dan dikeringkan. Kemudian, oligosakarida alginat dengan dosis yang

telah ditentukan disemprotkan ke pakan komersil udang vaname lalu dikering angin didalam suhu ruang selama 1-3 jam.

3.4.5 Pemeliharaan Udang

Udang uji dipelihara menggunakan kontainer berukuran 51 cm x 36 cm x 26 cm dan diisi air laut 20 L. Kualitas air pemeliharaan udang vaname dijaga agar udang nyaman dengan cara dilakukan sipon tiga hari sekali dengan pergantian air sebanyak 20% dari jumlah air pemeliharaan. Udang dipelihara selama 14 hari, dengan frekuensi pemberian pakan empat kali sehari pada pukul 08.00, 11.00, 14.00, 17.00 WIB. Pemberian pakan dilakukan dengan *feeding rate* (FR) 3% dari bobot udang.

3.4.6 Pengambilan Hemolim

Hemolim diambil sebanyak tiga kali selama masa penelitian, yaitu pada hari ke-0, hari ke-7, dan hari ke-14 pemeliharaan. Proses pengambilan dilakukan menggunakan spuit 1 mL yang telah diisi sebelumnya dengan 0,2 mL antikoagulan. Volume hemolim yang diambil sebanyak 0,1 mL, diambil dari bagian toraks, tepatnya di antara pangkal kaki jalan dan kaki renang pertama. Sampel yang diperoleh kemudian disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 3.500 rpm. Setelah disentrifuge hemolim akan dipisahkan untuk dilakukan pengamatan data THC, AF, IF dan TPP.

3.5 Parameter Yang Diamati

3.5.1 *Total Haemocyte Count* (THC)

Perhitungan hemosit dilakukan dengan mengambil hemolim menggunakan mikropipet kemudian teteskan kedalam haemocytometer pada bilik tengah dan dihitung jumlah selnya per ml dibawah mikroskop dengan pembesaran 100 kali (Ardiansyah et al., 2023). Perhitungan jumlah total hemosit (THC) dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$THC = \sum Sel \times \frac{1}{Vol. \text{ dihitug}} \times FP$$

Keterangan :

FP : Faktor pengenceran

3.5.2 Aktivitas Fagositosis Dan Indeks Fagositosis (AF/IF)

Aktivitas dan indeks fagositosis dianalisis dengan mencampurkan 20 μ l hemolim udang bersama suspensi bakteri *Bacillus* yang telah diinaktivasi menggunakan larutan formalin 1%. Campuran ini kemudian diinkubasi selama 20 menit pada suhu kamar. Setelah itu, sebanyak 5 μ l dari campuran tersebut ditetaskan ke kaca objek dan diratakan dengan cara menekan menggunakan kaca penutup hingga menyebar merata. Preparat yang telah mengering kemudian direndam dalam alkohol 70% selama 20 menit, lalu dibilas menggunakan larutan NaCl 0,85%.

Selanjutnya, preparat diwarnai dengan larutan giemsa 10% selama 20 menit dan dikeringkan kembali. Preparat yang sudah siap diamati di bawah mikro-skop dengan pembesaran 40x. Nilai aktivitas fagositosis (AF) dan indeks fagositosis (IF) dihitung berdasarkan metode yang dijelaskan oleh (Berger & Jarcova, 2012) berikut ini:

$$\text{Aktivitas Fagositosis} = \frac{\text{Sel Fagosit}}{\text{Seluruh Sel Hemosit}} \times 100\%$$

$$\text{Indeks Fagositosis} = \frac{\text{Bakteri yang Difagosit}}{\text{Sel yang Memfagosit}}$$

3.5.3 Total Protein Plasma (TPP)

Sebanyak 15 μ l hemolim di *sentrifuge* pada kecepatan 700 rpm selama 10 menit. Setelah itu, sebanyak 5 μ l supernatan diambil dan dimasukkan ke dalam mikropate 96 well, kemudian ditambahkan 250 μ l *reagen bradford* dan diinkubasi selama 10 menit. Pengukuran kadar total protein plasma (TPP) dilakukan dengan mengamati nilai densitas optik (optical density/OD) pada panjang gelombang 630 nm (Chen et al., 2008). Sebelumnya, larutan standar protein disiapkan menggunakan bovine serum albumin (BSA) dengan konsentrasi bertingkat, yaitu 200, 150, 100, dan 50.

3.5.4 *Survival Rate (SR)*

Kelangsungan hidup larva udang vaname diperoleh dengan menghitung jumlah udang saat awal dan jumlah udang diakhir. Kelangsungan hidup adalah jumlah aktual udang yang hidup pada suatu keadaan tertentu tidak ditentukan sebelumnya. Rumus menghitung kelangsungan hidup (Effendie, 2003) :

$$Survival Rate (SR) = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : Survival rate

N_t : Jumlah udang diawal

N₀ : Jumlah udang diakhir

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian disusun dalam tabel menggunakan program Excel dan dianalisis dengan program SPSS. Data tersebut terlebih dahulu diuji untuk homogenitas dan normalitas. Jika data memenuhi asumsi homogenitas dan normalitas, analisis dilanjutkan dengan uji analisis ragam (ANOVA) untuk mengidentifikasi perbedaan antar perlakuan. Kemudian, uji Duncan dilakukan pada tingkat kepercayaan 95% untuk menentukan perbedaan yang signifikan antar kelompok.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Suplementasi oligosakarida alginat dalam pakan komersial terbukti berpengaruh signifikan terhadap nilai *survival rate* (SR), namun belum efektif dalam meningkatkan respon imun non spesifik pada *total haemocyte count* (THC), aktivitas fagositosis (AF), indeks fagositosis (IF), dan total protein plasma (TPP).

5.2 Saran

Perlunya optimasi waktu inkubasi dalam pembentukan OSA dan optimasi dosis OSA pada udang vaname.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifuddin, M. (2002). Imunostimulan pada hewan akuatik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 1(2), 87-92.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jai/article/view/3851>
- Andirasdin, I. F., Muchtia, A., Tulloh, N.H., & Fitri, R. (2023). Identifikasi makroalga di perairan pantai air manis padang. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 3(1), 1176-1187. <https://doi.org/10.24036/proseminasbio-vol3/689>
- Ardiansyah, Rahmatia & Amrullah. (2023). Respon imun larva udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) dengan bioenkapsulasi vitamin C pada *Artemia salina*. *Jurnal Galung Tropika*, 12(1), 35-44. <https://doi.org/10.31850-/jgt.v12i1.990>
- Atmadja, W. S., Kadi, A., Sulistijo., & Rachmaniar. (1996). *Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia*. Jakarta : Puslitbang Oseanologi-LIPI.
- Berger, J., & Jarcova, M. (2012). Phagocytosis of insect haemocytes as a new alternative model. *Journal of Applied Biomedicine*. 10, 35-40.
<https://doi.org/10.2478/v10136-012-0003-1>
- Caro, L. F. A., Mai, H. N., Kanrar, S., Cruz-Flores, R., & Dhar, A. K. (2020). A mutant of *Vibrio parahaemolyticus* pirABvp (+) that carries binary toxin genes but does not cause acute hepatopancreatic necrosis disease. *Microorganisms*. 8(10), 1549. <https://doi.org/10.3390/microorganisms-8101549>
- Castro, R. I., Zarrab., & Lamas, J. (2004). Water soluble seaweed extracts modulate the pantoea agglomerans lipopolysaccharide (LPS). *Fish and Shellfish Immunology*. 10, 555–558. <https://doi.org/10.1006/fsim.2000.0268>
- Chang, S.T., & Buswell, J.A. (1996). Mushroom nutraceuticals. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. 12, 473-476. <https://doi.org/10.1007/BF00419460>
- Chen, J.C., Che Li, C., & Yen, S.T. (2008). The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* following *Vibrio alginolyticus* injection. *Fish and*

Shellfish Immunology. 25, 853-860. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.-01.007>

Cheng, T. S., & Lee, T. H. (2004). Maximum acceptable weight of manual load carriage for young taiwanese males. *Journal of Industrial Health*, 44(1), 200-206. <https://doi.org/10.2486/indhealth.-44.200>

Darmawan, M., Setyawan, A., Juliasih, N. L. G. R., & Fidyandini, H. P. (2023). Efektivitas perlindungan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) terhadap infeksi *white spot syndrome virus* (WSSV) dengan suplementasi natrium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung dan kombinasi dengan vitamin c. *Journal of Tropical Marine Science*. 6(1), 11-22. <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v6i1.3819>

Effendi, M. I. (2003). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hlm.

Endayani. (2019). Respon imun udang vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dalam sistem bioflok yang dikombinasi dengan probiotik *Bacillus* sp. d2.2 terhadap infeksi bakteri *Vibrio harveyi*. (No Publikasi 57229) (Skripsi, UNILA. Repository Digilib UNILA). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 99 hlm.

Evan, Y., Indrawati, A., & Pasaribu, F. H. (2021). Pengembangan uji cepat metode koaglutinasi untuk mendeteksi antigen *Vibrio parahaemolyticus* penyebab penyakit vibriosis pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 16(1), 2527-4562. <https://doi.org/10.-30870/biodidaktika.v16i1.10784>

Farida, E. N. (2019). Efektivitas ekstrak daun mangrove *Avicenia alba* (Tomlinson, 1986) dalam mencegah bakteri *Vibrio harveyi* (Johnson & Shunk, 1936) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Boone, 1931). (No Publikasi 57266) (Skripsi, UNILA. Repository, Digilib UNILA). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 76 hlm.

Febriani, A. (2011). Aktivitas insektisida ekstrak biji *Annona squamosa*, minyak atsiri daun *Cinnamomum multiflorum*, ekstrak daun *Tephrosia vogelii*, dan campuran ketiganya terhadap larva *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). (Skripsi Tidak Terpublikasi). Bogor. Institut Pertanian Bogor)

Felix, S., Robins, P. H., & Rajeev, A. (2004). Immune enhancement assessment of dietary incorporated marine alga *Sargassum wightii* (phaeophyceae / punctariales) in tiger shrimp *Penaeus monodon* (crustacea/penaeidae) through prophenoloxidase pro-PO System. *Indian Journal of Marine Sciences* 33(4), 361-364.

Fariedah, F. (2010). Pengaruh Imunostimulan Outer Membran Protein (OMP) *Vibrio alginolyticus* dan Infeksi *Vibrio harveyi* terhadap DNA Mitokondria Udang Windu *Penaeus monodon*. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Program

Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.

Fegan, D.F. (2003). *Budidaya udang vaname (Litopenaeus vannamei)*. Asia Gold Coin Indonesia Specialities. Jakarta. 234 hlm.

Gacesa, P. (1992). Minireview: Enzymic degradation of alginates. *International Journal Biochemistry*. 24, 545-552. [https://doi.org/10.1016/0020-711X\(92\)90325-U](https://doi.org/10.1016/0020-711X(92)90325-U)

Haliman, R.W., & Adijaya, D. (2005). *Udang vaname, pembudidayaan dan prospek pasar udang vaname yang tahan penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 hlm

Hernández, H. R. M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-López, M. A., Norrie, J., & Hernández-Carmona, G.. (2013). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum L.*). *Journal of Applied Phycology*. 26(2), 619-628. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0078-4>

Irvansyah, M. (2022). Uji lapang imunostimulan alginat *Sargassum* sp. dengan frekuensi berbeda terhadap produksi udang vaname, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) di tambak pt dewanto farm, Bakauheni, Lampung Selatan. (No Publikasi 2301743963) (Skripsi, UNILA. Repository, Digilib UNILA). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 30 hlm.

Jangtap, A. S., Sankar, N. P. V., Ghoris, I. A., & Manohar, C. S. (2022). Marine microbial enzymes for the production of algal oligosaccharides and its bioactive potential for application as nutritional supplements. *Folia Microbiologica*. 67, 175-191. [https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023-108195](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108195)

Kitani, H. (1994). Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus* in the pasific coast of central america. *Fisheries Science*. 60(30), 243-247. <https://doi.org/10.2331/fishsci.60.243>

Kordi, K. (2010). *Budi daya biota akuatik untuk pangan, kosmetik dan obat-obatan*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 226 hlm.

Lightner, D. V. (1996). *A Handbook of Shrimp Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Cultured Penaeid Shrimp*. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, 70803 USA. p 3051

Maynard, E. A., & Maynard, D. M. (1960). Cholinesterase in the crustacean muscle receptor organ. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*. 8(5), 376-379. <https://doi.org/10.1177/8.5.376>

- Nuryati, S. (2000). Penyediaan biakan sel organ limfoid (oka) udang windu *Penaeus monodon* secara in vitro sebagai media tumbuh bagi virus. (Skripsi Tidak Terpublikasi). Ilmu Perairan. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 50 hlm.
- Ni'mah, U., Pringgenies, D., & Santosa, G. W. (2021). Pengaruh pemberian ekstrak *Stichopus hermannii* Semper, 1868 (stichopodidae, holothuroidea) terhadap jumlah total hemosit *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931 (Penaeidae, Crustacean). *Marine Research*, 10(3), 387-394. <https://doi.org/10.14710/jmr.v10i3.31112>
- Ode, I. (2013). Kajian sistem imunitas untuk pengendalian penyakit pada ikan dan udang. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 6(2), 41-43. <http://doi.org/10.29239/j.agrikan.6.2.41-43>
- Osvaldo, Z. (2012). Pengaruh konsentrasi asam dan waktu pada proses hidrolisis dan fermentasi pembuatan bioetanol dari alang-alang. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(2), 52-62. <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/18>
- Permana, G. N., Haryanti, H., & Rustidja, R. (2017). Perubahan histologi, protein hemolymph dan ekspresi allozyme (GPI, PGM, EST, SOD dan SP) pada udang *Litopenaeus vannamei* selama infeksi *Taura syndrome virus* (TSV). In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 4(2), 473-483.
- Prayugi, I. T. (2014). Respon pertumbuhan kultur sel limfoid udang vaname (*penaeus vannamei*) pada media yang berbeda. (No Publikasi 26307) (Skripsi, UNAIR. Repository UNAIR). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Airlangga.
- Putri, F. M. (2013). Pengaruh penambahan *spirulina* sp. dalam pakan buatan terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(1), 102-112
- Putranti, R.I. (2013). Skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstra rumput laut *Sargassum duplicatum* dan *turbinaria ornata* dari Jepara. (No Publikasi 42522) (Skripsi, UNDIP. Repository UNDIP). Program Magister Manajemen Sumberdaya Pantai. Universitas Diponegoro.
- Rindi, F., Soler-Vila, A., & Guiry, M. D. (2011). *Taxonomy of marine macroalgae used as sources of bioactive compounds. in marine bioactive compounds: sources, characterization and applications*. Boston, MA. Springer US. 53 hlm. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1247-2_1
- Rodriguez, L., & Le Moullac, G. (2000). State of the art of immunological tools and health control of penaeid shrimp. *Aquaculture*, 191(1-3), 109-119. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(00\)00421-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00421-X)

- Selvin, J., Huxleya, A. J., & Lipton, A. P. (2004). Immunomodulatory potential of marine secondary metabolites against bacterial diseases of shrimp, *Aquaculture* 230, 241– 248. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00427-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00427-7)
- Sambu, A. H., Amir, D. H., (2016). Budidaya ikan nila dengan sistem karamba jaring apung (KJA) pada lahan bekas tambang pasir (studi kasus kel. Kalumeme, kec. Ujung bulu, kab. Bulukumba). *Core*. 6(1), 546-550.
- Setyawan, A., Safitri, Y. B., Hudaidah, S., & Fidyandini, H. P. (2020). Suplementasi kalsium alginate *Sargassum* sp. dari perairan Lampung untuk memicu respon imun *Panaues vannamei*. *Prosiding Semnaskan UGM XVII, Departemen Perikanan UGM*. Yogyakarta. 41-47 hlm.
- Setyawan, A., Riana, Supono, Hudaidah, S., & Fidyandini, H. P. (2021). Non-specific immune response of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* by supplementation of sodium alginate of *Sargassum* collected from Lampung Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 890(1), 012-015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/890/1/012015>
- Sinurat, E., & Marliani, R. (2017). Karakteristik natrium alginat dari rumput laut cokelat *Sargassum crassifolium* dengan perbedaan alat penyaring. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2), 351-361. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.18103>
- Sa'adah, W. (2010). Analisa usaha budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan bandeng (*Chanos-chanos* sp.) di desa Sidokumpul kecamatan Lamongan kabupaten Lamongan Jawa Timur. *Grouper*. 1(1), 24-30.
- Sukadi, M. (2002). Peningkatan teknologi budidaya perikanan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 2(2), 61-66. <https://doi.org/10.32491/jii.v2i2.279>
- Subaryono. (2010). Modifikasi alginat dan pemanfaatan produknya. *Squalen*. 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.15578/squalen.40>
- Subaryono. (2011). Potensi dan peluang pemanfaatan rumput laut coklat di indonesia. *Squalen*. 6(2), 55-62. <https://doi.org/10.15578/squalen.61>
- Subaryono. (2019). Produksi enzimatik oligosakarida alginat (OSA) dari rumput laut *Sargassum crassifolium* dan aktivitas imunomodulatornya. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor.
- Supriatna., Kusriani., Widjanarko, P. (2018). Budidaya rumput laut (*Gracillaria Wringin Anom*). *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia*. 3(1), 35-41. <https://doi.org/10.33366/japi.v3i1.772>
- Smith, V. J., Brown, J. H., & Hauton, C. (2003). Immunostimulation in crustaceans: does it really protect against infection. *Fish and Shellfish Immunology*. 15, 17-90. [https://doi.org/10.1016/s1050-4648\(02\)00140-7](https://doi.org/10.1016/s1050-4648(02)00140-7)

- Van de Braak, K. (2002). haemocytic defence in black tiger shrimp (*Panaeus monodon*). *Dissertation*. Wageningen University. Netherland. 159 hlm. <https://doi.org/10.18174/121288>
- Vargas-Albores, F. (1996). Immunity mechanisms in crustaceans. *Developmental and Comparative Immunology*, 20(5), 299–306. [https://doi.org/10.1016/0145-305X\(96\)00025-4](https://doi.org/10.1016/0145-305X(96)00025-4)
- Wardoyo, S.T. H. (1997). Pengelolaan kualitas air tambak udang di Pt. bumi lestari badai, kecamatan Ciracap, kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor. <https://repository.ipb.ac.id/jspui/handle/123456789/145198>
- Wang, M., Chen, L., Zhang, Z., Wang, X., Qin, & Yan, P. (2017). Screening of alginate lyase-excreting microorganisms from the surface of brown algae. *Applied Microbiology and Biotechnology Express*. 7, 74. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0361-x>
- Winarno, F. G. (1990). *Teknologi pengolahan rumput laut*. Pustaka Sinar Harapan 112 hlm.
- Wyban, J. A., & Sweeny, J. N. (2000). Intensive shrimp production technology. *The Oceanic Institute*. Hanululu. Hawaii. USA. 158 hlm.
- Yeh, S.P., Chang, C.A., & Chang, C.Y. (2008). Dietray sodium alginate administration affects fingerling growth and resistance to *Streptococcus* sp. and *Iridovirus*, and juvenile nonpesific immune response of the orange spotted grouper *Ephinephelus coioides*. *Fish and Shellfish Immunology*. 25, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2007.05.022>
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko., Ayuningtyas., Triyanto., & Handayani, C. R. (2016). Innate immune-stimulating and immune genes up-regulating activities of three types of alginate from *Sargassum siliquosum* in Pacific White Shrimp, *Penaues vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology Journal*. 54, 46-53. <https://doi.org/0.1016/j.fsi.2016.03.022>
- Zhang C, & Kim, S. K. (2010). Research and application of marine microbial enzymes: Status and prospects. *Marine Drugs*. 8(6), 1920-1934. <https://doi.org/10.3390/md8061920>
- Zhang, G.-L., Chen, Y., Wang, X.-C., & Liu, Z. (2021). Advances in alginate lyases and the potential application of enzymatic prepared alginate oligosaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.-2024.129506>