

**EVALUASI HEMOSIT TOTAL UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*
(Boone, 1931) DAN PROFIL KUALITAS AIR TAMBAK PADA UJI
LAPANG SUPLEMENTASI ALGINAT *Sargassum* sp.**

(Skripsi)

Oleh

**ANJARWATI
1914111008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

EVALUASI HEMOSIT TOTAL UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DAN PROFIL KUALITAS AIR TAMBAK PADA UJI LAPANG SUPLEMENTASI ALGINAT *Sargassum* sp.

Oleh

Anjarwati

Alginat *Sargassum* sp. efektif dalam meningkatkan respon imun nonspesifik udang vaname baik dalam uji skala laboratorium maupun uji skala lapang. Sejauh ini belum ada evaluasi dari kualitas air tambak, baik fisika, kimia, maupun biologi dalam uji lapang suplementasi alginat *Sargassum* sp. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh pemberian alginat *Sargassum* sp. terhadap total hemosit udang dan profil kualitas air meliputi kualitas biologi, fisika, kimia yang diuji dengan suplementasi alginat *Sargassum* sp. pada dua tambak dan dua ulangan dengan ukuran yang berbeda, yaitu 3.500 m² dan 4.000 m². Udang dipelihara di tambak beton dengan padat tebar 86 ekor/m². Pemberian suplementasi alginat dilakukan dengan cara dicampur dalam pakan dosis 120 mL/kg pakan setiap tiga hari sekali. Parameter yang diamati meliputi total hemosit udang dan profil kualitas air. Hasil penelitian didapat total hemosit udang meningkat. Pada budi daya udang dengan tambak beton ukuran 4.000 m² memiliki nilai THC yang lebih tinggi. Nilai *total bacteria count* masih dalam kisaran optimal yaitu berkisar 1,0-9,0 x 10⁴ CFU/mL dan *total vibrio count* melebihi nilai optimal berkisar antara 0,3-7,5 x 10³ CFU/mL. Nilai kelimpahan plankton berkisar 10,2-21,6 10⁴ sel/L. Indeks keanekaragaman plankton berkisar 1,0-1,79, indeks keseragaman plankton berkisar 0,62-0,92 dan indeks dominansi plankton berkisar 0,17-0,35. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kelimpahan, keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi plankton masih dalam kisaran optimal dan tidak ada jenis plankton yang mendominasi. Nilai kualitas air seperti suhu, pH, DO, salinitas, nitrit, dan alkalinitas nilainya masih optimal dalam budi daya udang vaname. Namun demikian amonia dan fosfat nilainya melebihi nilai optimal. Uji lapang suplementasi alginat *Sargassum* sp. tidak hanya meningkatkan respon imun udang vaname, akan tetapi mampu menjaga kualitas air tambak seperti suhu, pH, DO, salinitas, nitrit, alkalinitas, TBC dan plankton.

Kata kunci: Udang vaname, alginat, imunostimulan, *Sargassum* sp, hemosit.

ABSTRACT

THE EVALUATION OF TOTAL HEMOCYTES OF WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) AND POND WATER QUALITY PROFILES IN FIELD TEST OF *Sargassum* sp. ALGINATE SUPPLEMENTATION

By

Anjarwati

Alginate *Sargassum* sp. is an effective fishery product to increase white shrimp nonspecific immune response both in laboratory scale tests and field scale tests. Until now, there has not been an evaluation of pond water quality, either physically, chemically or biologically in field tests of *Sargassum* sp. alginate supplementation. This study aimed to examine the effect of *Sargassum* sp. alginate on total hemocyte quality of shrimp and water quality profiles including physical, chemical, biological which were tested by giving *Sargassum* sp. alginate supplementation in two ponds with two replicates and different sizes, namely ponds with a size of 3,500 m² and size 4,000 m². The white shrimp to be tested were reared in concrete ponds with a stocking density of 86 shrimps/m². Alginate supplementation was added by mixing it in a feed dose of 120 mL/kg and given once every three days. Parameters observed included the total shrimp hemocytes and profile of water quality. The results showed that total shrimp hemocytes increased. Shrimp farming with a 4,000 m² concrete pond has a higher THC value. The *total bacterial count* was still in the optimal ranged, which was around 1.0-9.0 x 10⁴ CFU/mL and the *total vibrio count* exceeded the optimal value, ranged from 0.3-7.5 x 10³ CFU/mL. Plankton threshold values ranged from 10.2-21.6 10⁴ cells/L. The plankton accommodated index ranged from 1.0-1.79, the plankton uniformity index ranged from 0.62-0.92 and the plankton dominance index ranged from 0.17-0.35. These results indicated that the indexes of abundance, diversity, similarity and dominance of plankton were still within the optimal range and no type of plankton dominates. Water quality parameters such as temperature, pH, DO, salinity, nitrite and alkalinity were still optimal in vaname shrimp cultivation. However, ammonia and phosphate increased beyond the optimal value. Field test of *Sargassum* sp. alginate supplementation not only increasing the white shrimp immune response but was able to maintain pond air quality such as temperature, pH, DO, salinity, nitrite, alkalinity, TBC, and plankton.

Key words: White shrimp, alginate, immunostimulant, *Sargassum* sp, hemocytes.

**EVALUASI HEMOSIT TOTAL UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei*
(Boone, 1931) DAN PROFIL KUALITAS AIR TAMBAK PADA UJI
LAPANG SUPLEMENTASI ALGINAT *Sargassum* sp.**

(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
2023**

Judul Skripsi

: **EVALUASI HEMOSIT TOTAL UDANG VANAME**
Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) DAN
PROFIL KUALITAS AIR TAMBAK PADA UJI
LAPANG SUPLEMENTASI ALGINAT
Sargassum sp.

Nama Mahasiswa

: **Anjarwati**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1914111008**

Program Studi

: **Budidaya Perairan**

Fakultas

: **Pertanian**



Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.
NIP 19840805 200912 1 003

Maulid Wahid Yusup, S.Pi., M.Si.
NIP 19851223 202012 1 008

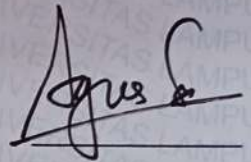
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si
NIP 19700815 199903 1 001

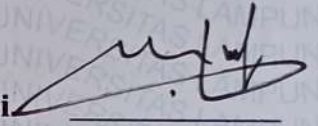
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

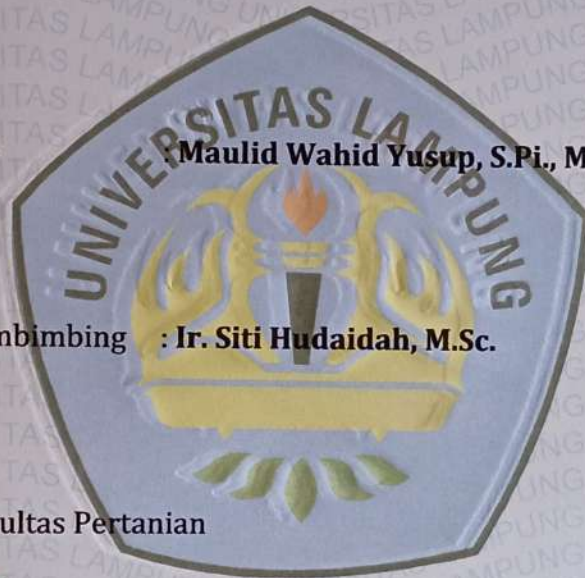
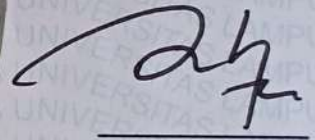
Ketua : Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.



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



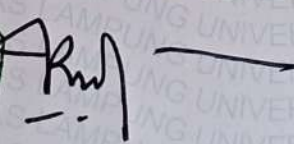
**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juni 2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis/skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah, dengan naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbeneran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

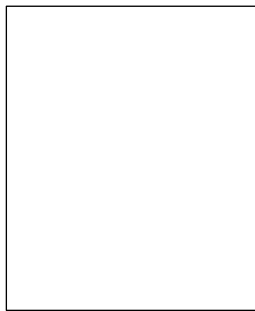
Bandar Lampung, September 2023

Yang membuat pernyataan



Anjarwati
NPM. 1914111008

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan pada 10 Februari 2000 di Sridadi, Ogan Komering Ulu Timur, Sumatera Selatan sebagai anak bungsu dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Tukijo dan Ibu Sringatun. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak (TK) NU Sridadi yang diselesaikan pada tahun 2007, dilanjutkan ke Sekolah Dasar (SD) Negeri Sridadi diselesaikan pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Buay Madang Timur diselesaikan pada tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Buay Madang dengan mengambil Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIA) diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah melakukan magang di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung (BBPBL) dengan judul “Penderan Benih Lobster Pasir (*Panurilus homarus*)” selama 30 hari. Selain itu, penulis aktif di Ikatan Mahasiswa Oku Timur (Ikam Okut) sebagai anggota bidang kerohanian pada tahun 2019-2020. Selain itu, penulis aktif sebagai anggota bidang kerohanian pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) pada tahun 2020-2021. Penulis telah melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sridadi, Kecamatan Buay Madang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur selama 40 hari bulan Januari-Februari 2021. Penulis telah melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di UPT PBI Pringsewu dengan judul “Teknik Pembesaran Ikan Nila Sultana (*Oreochromis niloticus*) di UPT Pengembangan Budidaya Ikan Tulung Agung, Kecamatan Gading Rejo, Kabupaten Pringsewu” bulan Juli-Agustus 2022.

Penulis pernah menjadi asisten praktikum pada mata kuliah Fisiologi Reproduksi Ikan pada tahun ajaran 2022/2023. Penulis melakukan penelitian akhir pada bulan Oktober-Desember 2022 di Tambak Puji Dewanto Farm, Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan dengan judul “Evaluasi Hemosit Total Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dan Profil Kualitas Air Tambak pada Uji Lapang Suplementasi Alginat *Sargassum* Sp.”

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur berkat rahmat serta hidayat Allah SWT, saya persembahkan skripsi ini kepada kedua orang tua saya Bapak Tukiji (alm.) dan Ibu Sringatun yang sangat kusayangi dan cintai atas semua pengorbanan dan setiap tetes keringat dan doa demi menghantarkan putrimu dalam mencapai gelar sarjana ini.

Kakak-kakak saya, Munawaroh, Kusmiawati, dan Sholekan, S.Pd. yang telah memberikan doa, dukungan dan selalu menjadi penyemangat dan memotivasi dalam proses penyelesaian skripsi.

Sahabat-sahabat dan teman-temanku yang selalu memberikan semangat, serta dukungan dan doa untuk saya.

Almamamaterku tercinta, Universitas Lampung

MOTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”

(QS Ar-Rad: 11)

“Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang.”

(Imam Syafi'i)

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa.”

(Ridwan Kamil)

“Tidak mustahil bagi orang biasa untuk memutuskan menjadi luar biasa.”

(Elon Musk)

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Hemosit Total Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone,1931) dan Profil Kualitas Air Tambak pada Uji Lapang Suplementasi Alginat *Sargassum sp*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung. Shalawat dan salam pada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita pada zaman yang terang benderang seperti sekarang. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku dosen Pembimbing Utama atas kesediaan meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, dukungan, serta masukan berupa kritik dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
5. Maulid Wahid Yusup, S.Pi., M.Si. selaku Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, dukungan, serta masukan berupa kritik dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
6. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku Penguji Utama yang telah memberikan dukungan, bimbingan, kritik, dan saran dalam menyelesaikan skripsi.

7. Dr. Yudha Trinoegraha Adiputra, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan serta ketika penulis menghadapi masalah di bidang akademik.
8. Seluruh dosen dan staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan.
9. Orang tua saya, Bapak Tukijo (alm.) dan Ibu Sringatun serta ketiga kakak saya, Munawaroh, Kusmiawati dan Sholekan, S.Pd. atas dukungan, doanya, dan memberi kasih sayang kepada penulis dalam hidup serta memberikan semangat selama perkuliahan dan dalam menyelesaikan skripsi.
10. Ilham Wahyu Pamungkas sebagai teman dan sahabat penulis yang senantiasa membantu, mendukung dan memotivasi selama perkuliahan, penelitian dan dalam proses menyelesaikan skripsi.
11. Sahabat terbaikku Gina Salsabilla, Novi Darina dan Jihan Maharani yang selalu ada di sisi saya dan memberikan bantuan, dorongan, dan dukungan sejak bangku sekolah hingga sekarang.
12. Teman-teman pejuang S.Pi, Niluh Ayu Nur Fitriah, Diana Natasya, Yuni Sulistyawati, Meta Claudia Charity Pakpahan, Santi Nur Indah Sari, Resta Ayu Anggraini, dan Rossa Paramita untuk canda tawa dan pertemanan indah selama empat tahun perkuliahan yang diberikan kepada penulis.
13. Bapak Eri, Bapak Agus Suwanto, Mas Wahyu, Bayu Adi Nugroho, M. Fajar Romadhon dan teman-teman *feeder* di tambak PT. Puji Dewanto Farm yang telah membantu penulis selama penelitian.
14. Sahabat-sahabat Budidaya Perairan 2019 yang telah memberikan banyak semangat, momen berharga, motivasi, dukungan dalam perkuliahan.

Bandar Lampung, September 2023

Anjarwati
NPM. 1914111008

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat	3
1.4 Kerangka Pikir	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Udang Vaname.....	6
2.1.1 Klasifikasi.....	6
2.1.2 Morfologi	6
2.1.3 Habitat	7
2.1.4 Sistem Imun Udang.....	8
2.2 Bakteri <i>Vibrio sp.</i>	8
2.3 Kualitas Air	9
2.3.1 Suhu.....	9
2.3.2 Salinitas	10
2.3.3 Derajat Keasaman (pH).....	10
2.3.4 Oksigen Terlarut (DO)	10
2.3.5 Amonia (NH ₃)	11

2.3.6 Nitrit (NO ₂).....	11
2.3.7 Fosfat (PO ₄).....	11
2.3.8 Alkalinitas.....	12
2.4 Plankton	12
2.5 Imunostimulan.....	13
2.6 <i>Sargassum sp.</i>	13
2.7 Natrium (Na) Alginat	15
III. METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Rancangan Penelitian	19
3.4 Prosedur Ekstraksi Alginat <i>Sargassum sp.</i>	19
3.4.1 Koleksi <i>Sargassum sp.</i>	19
3.4.2 Proses Ekstraksi Alginat.....	20
3.5 Prosedur Pemeliharaan.....	20
3.5.1 Persiapan Wadah Penelitian	20
3.5.2 Persiapan Udang Uji.....	21
3.5.3 Persiapan Pakan Uji dan Pemberian Pakan.....	21
3.6 Prosedur Penelitian Bakteri.....	21
3.6.1 Pembuatan Media Selektif	21
3.6.2 Pembuatan Media Umum.....	22
3.6.3 Pengambilan Sampel dan Isolasi Bakteri	22
3.6.4 Perhitungan Koloni Bakteri.....	22
3.7 Prosedur Penelitian Kualitas Air	22
3.8 Prosedur Pengamatan Plankton.....	23
3.9 Prosedur Pengambilan <i>Haemolymph</i>	23
3.10 Parameter Uji	24
3.10.1 <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	24
3.10.2 TBC dan TVC	25
3.10.3 Nilai Kelimpahan Plankton	24
3.10.4 Indeks Keanekaragaman Plankton	25
3.10.5 Indeks Keseragaman Plankton	26

3.10.6 Indeks Dominansi Plankton	27
3.10.7 Kualitas Air	27
3.11 Analisis Data	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil	29
4.1.1 <i>Total Haemocyte Count</i> (THC)	29
4.1.2 TBC dan TVC	31
4.1.3 Komposisi Kelas, Genus dan Kelimpahan Plankton.....	31
4.1.4 Indeks Keanekaragam Plankton	32
4.1.5 Indeks Keseragaman Plankton	33
4.1.6 Indeks Dominansi Plankton	34
4.1.7 Kualitas Air	35
4.2 Pembahasan.....	36
V. SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat penelitian.....	17
2. Bahan-bahan penelitian	18
3. Standar indeks keanekaragaman plankton.....	25
4. Standar indeks keseragaman plankton.....	26
5. Standar indeks dominansi plankton	27
6. Total kelimpahan TBC dan TVC pada air budi daya	30
7. Genus plankton yang ditemukan selama penelitian.....	31
8. Rerata nilai kualitas air	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian.....	5
2. Morfologi udang vaname.....	7
3. <i>Sargassum</i> sp.....	14
4. Strukur kimia alginat.....	16
5. <i>Total haemocyte count</i> (THC).....	29
6. Nilai kelimpahan plankton.....	32
7. Indeks keanekaragaman plankton.....	33
8. Indeks keseragaman plankton.....	33
9. Indeks dominansi plankton.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jumlah dan genus plankton yang ditemukan selama penelitian	55
2. Keanekaragaman plankton selama penelitian	56
3. Keseragaman plankton selama penelitian	57
4. Dominansi plankton selama penelitian	58
5. Total hemosit udang vaname selama penelitian	59

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu produk perikanan yang dapat menghasilkan devisa negara karena memiliki pangsa pasar yang luas dengan permintaan berbagai macam ukuran, dan memiliki nilai ekonomis tinggi (Muqsith *et al.*, 2021). Sementara menurut Ismail (2020), budi daya udang merupakan usaha yang unggul di bidang akuakultur Indonesia. Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP, 2022), udang vaname tahun 2021 berkontribusi 38,98% dari total ekspor produk perikanan Indonesia, dengan peningkatan produksi 7% dalam kurun waktu 2020-2021.

Peningkatan produksi udang vaname seringkali bermasalah dengan munculnya penyakit mulai dari bakteri, virus, jamur bahkan parasit yang mengakibatkan kerugian ekonomi (Darwantin *et al.*, 2016). Selain itu, kualitas air menjadi salah satu faktor yang penting dalam keberhasilan kegiatan budi daya udang vaname. Penurunan kualitas air akan menyebabkan udang rentan terhadap serangan penyakit, bahkan kematian massal (Jarir *et al.*, 2020). Penyebab menurunnya produksi udang vaname tidak lepas dari serangan penyakit, di antaranya *white spot syndrome virus* (WSSV), *taura syndrome virus* (TSV), *infectious myonecrosis virus* (IMNV) yang dapat mengakibatkan kematian pada udang vaname (Nur'aini *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan alternatif untuk meningkatkan produksi udang vaname dengan cara meningkatkan kesehatannya yang lebih ramah lingkungan, yaitu dengan pemberian imunostimulan.

Imunostimulan merupakan sekelompok senyawa alami yang ramah lingkungan. Menurut Isnansetyo *et al.* (2014), imunostimulan dapat meningkatkan imun non-spesifik udang dalam menghadapi serangan penyakit. Penggunaan imunostimulan dari bahan alami merupakan salah satu cara untuk mencegah penyakit dalam kegiatan budi daya perikanan. Sumber imunostimulan alami yang bisa digunakan untuk merangsang sistem kekebalan tubuh udang, salah satunya adalah *Sargassum* sp. *Sargassum* sp. yang dipilih karena memiliki kandungan polisakarida berupa alginat, laminarin, iodin organik, fukoidan, monithol, dan mineral (Prasetya *et al.*, 2020).

Alginat merupakan suatu senyawa heteropolisakarida yang diperoleh dari hasil pembentukan rantai monomer *mannuronic acid* (asam poly- D-mannuronat) serta *guluronic acid* (asam poly-L-guluronat) yang terkandung dalam dinding sel alga cokelat, yang salah satu sumbernya yaitu rumput laut *Sargassum* sp. (Sinurat & Agustina, 2012). *Sargassum* sp. adalah tanaman perairan yang mempunyai warna cokelat, dapat ditemukan pada perairan laut tropis yang menempel pada substrat dasar perairan (Cokrowati *et al.*, 2022). Bagian atas tanaman berbentuk semak dan dilengkapi bagian sisi pertumbuhan (Yende *et al.*, 2014). *Sargassum* sp. merupakan sumber senyawa bioaktif yang mampu meningkatkan imunostimulan pada udang. Potensi dari alginat *Sargassum* sp. di bidang pengendalian penyakit ikan dan udang sudah umum digunakan.

Beberapa penelitian membuktikan bahwa imunostimulan dari alginat *Sargassum* sp. pada udang memberikan hasil yang positif. Penelitian Yudiati *et al.* (2019), mengungkapkan bahwa penggunaan alginat *Sargassum siliquosum* pada udang vaname dapat merangsang dan meningkatkan respon imun nonspesifik sehingga udang terhindar dari infeksi WSSV. Menurut Setyawan *et al.* (2020), bahwa pemberian alginat *Sargassum* sp. ke dalam pakan dapat meningkatkan respon imun nonspesifik dilihat dari *total haemocyte count* (THC), indeks fagositosis, aktivitas fagositosis, serta profil histologi hepatopankreas. Setyawan *et al.* (2021), juga melaporkan bahwa penambahan ekstrak *Sargassum* sp. dengan dosis 2 g/kg pakan dapat meningkatkan *total haemocyte count* (THC), aktivitas fagositosis (AF), dan total plasma protein (TPP). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh

Darmawan *et al.* (2023), alginat *Sargassum* sp. dapat meningkatkan ketahanan tubuh udang vaname terhadap infeksi WSSV.

Berdasarkan potensi *Sargassum* sp. tersebut maka diperlukan penelitian lanjutan mengenai manfaat yang terdapat dalam *Sargassum* sp. untuk kegiatan budi daya udang vaname dalam skala lapang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian alginat dari *Sargassum* sp. terhadap profil kualitas air meliputi parameter fisika, kimia, biologi dan mengetahui efek dari alginat *Sargassum* sp. pada pakan dengan dosis pemberian 120 mL/kg pakan terhadap kinerja sistem imun nonspesifik pada udang vaname.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji efektivitas pemberian alginat dari *Sargassum* sp. terhadap respon imun nonspesifik dari udang vaname dalam budi daya skala lapang.
2. Mengkaji pengaruh pemberian alginat *Sargassum* sp. terhadap profil kualitas air tambak baik fisika, kimia dan biologi untuk budi daya udang vaname skala lapang.

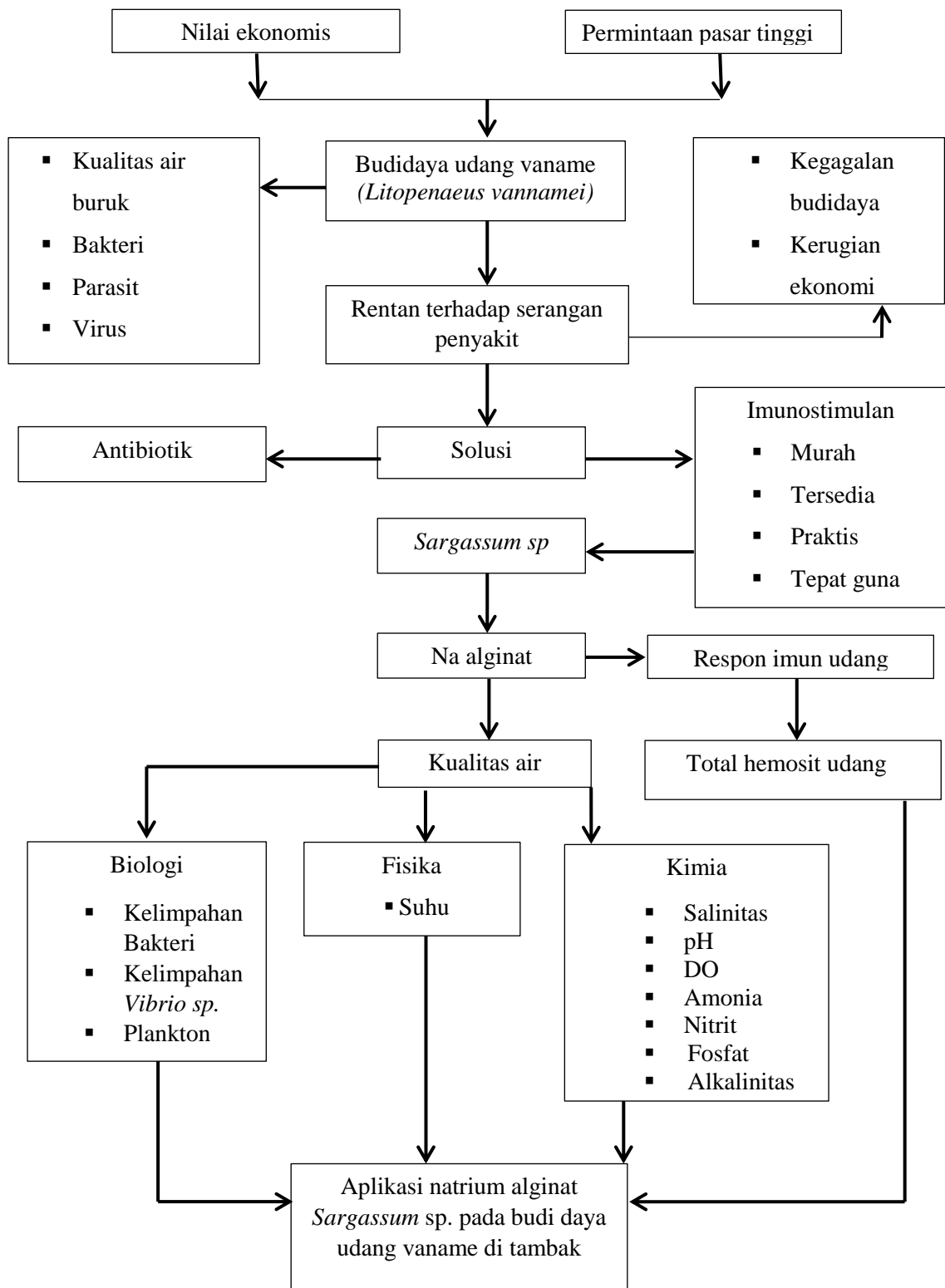
1.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah kepada mahasiswa, masyarakat luas, dan pembudi daya udang mengenai pengaruh pemberian suplementasi alginat *Sargassum* sp. dalam pakan terhadap respon imun nonspesifik pada udang vaname dalam budi daya skala lapang dan profil kualitas air di perairan. Dengan demikian dapat dimanfaatkan para pembudi daya untuk mengurangi biaya produksi dan dapat membuka peluang ekonomi bagi masyarakat, khususnya masyarakat yang bertempat tinggal di daerah sekitar pesisir.

1.4 Kerangka Pikir

Udang vaname merupakan salah satu spesies udang yang bernilai ekonomis tinggi di dunia. Udang ini dibudidayakan secara luas di beberapa negara, khususnya di wilayah Asia Tenggara. Namun wabah penyakit menjadi tantangan yang serius dalam budi daya udang saat ini, karena mengakibatkan kematian massal dan kerugian ekonomi yang besar (Srisapoomea *et al.*, 2018). Serangan penyakit yang terjadi pada udang disebabkan adanya ketidakseimbangan antara keadaan lingkungan perairan, adanya patogen, dan kondisi inang. Penyebab tingginya tingkat mortalitas pada kegiatan budi daya udang vaname diduga diakibatkan oleh infeksi virus seperti *white spot syndrome virus (WSSV)* dan penyakit yang disebabkan oleh bakteri spesies *Vibrio sp.*

Upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit pada udang dengan meningkatkan sistem imun pada udang. Peningkatan sistem imun pada udang dapat dilakukan dengan penggunaan imunostimulan, hormon, dan vitamin (Putri & Susilowati 2013). Salah satu imunostimulan alami yang dapat digunakan yaitu *Sargassum sp.* yang memiliki kandungan karbohidrat, protein, vitamin, abu, air, kalsium, dan mineral. Menurut Muahiddah & Hidayanti (2022), *Sargassum sp.* mengandung alginat yang merupakan senyawa yang tergolong sebagai imunostimulan pada ikan dan udang yang memiliki manfaat dalam menghambat perkembangan patogen. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang penambahan alginat *Sargassum sp.* pada pakan komersil yang diharapkan mampu meningkatkan sistem imun nonspesifik udang vaname dan pengaruhnya terhadap lingkungan perairan. Kerangka pemikiran penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vaname

2.1.1 Klasifikasi

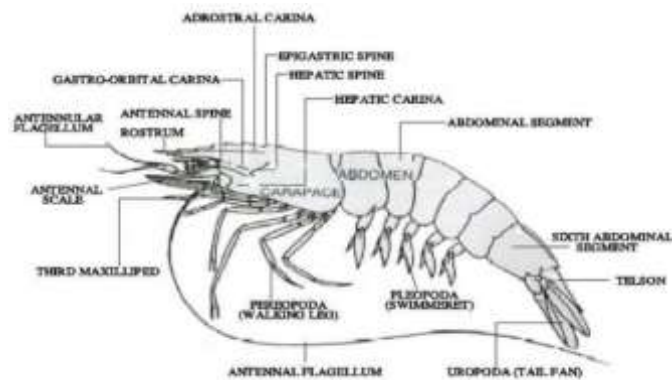
Klasifikasi udang vaname menurut Holthuis (1980) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Anthropoda
Subfilum	: Crustase
Kelas	: Malacostraca
Sub kelas	: Eumalacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Sub genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

2.1.2 Morfologi

Secara morfologi tubuh udang vaname berwarna putih transparan sehingga lebih umum dikenal dengan sebutan “*white shrimp*”. Tubuh udang vaname dibagi menjadi dua bagian, yaitu kepala (*thorax*) dan perut (*abdomen*). Pada bagian kepala terdiri antenula, antena, mandibula, dan dua pasang maxillae serta dilengkapi dengan tiga pasang *maxilliped* dan lima pasang kaki jalan (*periopoda*). Adapun pada bagian perut (*abdomen*) terdiri dari enam ruas, lima pasang kaki renang,

dan sepasang uropods (mirip ekor) membentuk kipas bersama-sama telson (Kitani, 1994). Tubuh udang vaname memiliki tipe beruas-ruas dan aktivitas berganti kulit (*moulting*). Bagian tubuh udang vaname sudah mengalami modifikasi yang berfungsi sebagai makan, bergerak, dan membenamkan diri ke dalam lumpur serta memiliki organ sensor seperti pada antena dan antenula. Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)
Sumber: Wyban & Sweeney (1991)

2.1.3 Habitat

Udang vaname merupakan jenis udang laut yang habitat alaminya di daerah dasar dengan kedalaman kurang lebih 72 m. Udang ini asli dari perairan Amerika Latin yang kondisi iklimnya subtropis. Udang vaname memijah di perairan yang bersalinitas tinggi, larvanya bersifat planktonik dengan terbawa ke wilayah perairan estuari yang terlindung dari substrat lumpur (Utojo & Tangko, 2008). Udang vaname memiliki pertumbuhan yang relatif cepat, tahan terhadap serangan penyakit, serta memiliki toleransi terhadap kondisi lingkungan.

Menurut Wyban & Sweeney (1991), udang vaname aktif pada kondisi gelap (nokturnal). Selain itu, melakukan pergantian cangkang (*moulting*). Proses pergantian cangkang pada udang vaname terjadi saat ukuran daging udang vaname bertambah besar akan tetapi eksoskeleton tidak bertambah besar karena sifatnya yang kaku. Maka untuk menyesuaikan keadaan ini, udang melepaskan bagian

eksoskeleton lama dan membentuk kembali dengan bantuan kalsium. Menurut Suryati *et al.* (2003) semakin baik pertumbuhannya maka akan semakin sering *moulting*.

2.1.4 Sistem Imun Udang

Sistem imunitas merupakan mekanisme pertahanan diri terhadap partikel asing atau patogen yang meyerang pada bagian tubuh. Udang memiliki daya tahan alami yang sifatnya nonspesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik seluler dan humoral (Smith *et al.*, 2003). Imunitas seluler melibatkan nodulasi, melanisasi, enkapsulasi, dan fagositosis, sedangkan komponen imun humoral meliputi peptida antimikroba, enzim pertahanan antioksidan, penghambat proteinase, sistem pengaktif profenoloksidase (sistem proPO), peptida antimikroba, lektin, lisosom enzim, pembekuan darah, dan aglutinin dan sitokin (Cerenius *et al.*, 2010). Sistem kekebalan udang berfungsi untuk mengenali antigen asing, membunuh berbagai jenis patogen, dan membatasi kerusakan jaringan inang.

Daya tahan alami sistem imun udang dipengaruhi faktor genetik dan lingkungan sehingga memiliki tingkatan yang berbeda-beda, tergantung dengan keturunan, spesies dan lingkungan pemeliharaannya (Ridho & Pramesti, 2009). Sistem imun pada udang tidak mempunyai imunoglobulin yang fungsinya sebagai mekanisme kekebalan. Sistem imun udang bergantung pada sistem pertahanan nonspesifik sebagai pertahanan terhadap infeksi (Lee & Shiau, 2004). Pertahanan udang apabila terkena penyakit dilakukan oleh hemosit melalui fagositosis, enkapsulasi, serta nodule formation (Ridho & Pramesti, 2009).

2.2 Bakteri *Vibrio sp.*

Vibrio adalah bakteri perairan yang sifatnya patogen opportunistik yang ditemukan sebagian besar di lingkungan air payau dan estuari, yaitu sungai, kolam dan laut (Kaligis, 2015). Bakteri *vibrio* dapat tumbuh dengan optimal pada perairan payau dan laut yang bersalinitas antara 20-40 ppt (Feliatra *et al.*, 2011). *Vibrio* salah satu jenis bakteri yang merugikan dalam kegiatan budi daya. Hal ini karena

vibrio termasuk patogen yang dapat menginfeksi serta menimbulkan penyakit budi daya udang dalam keadaan lemah dan lingkungan yang tidak stabil (Idami & Nasution, 2020). Penyakit yang disebabkan vibrio dikenal dengan penyakit vibriosis. Penyakit vibriosis diakibatkan oleh bakteri gram negatif.

Menurut Ramesh *et al.* (2014), gejala klinis udang yang terserang vibriosis memiliki ciri-ciri terdapat melanosa pada tubuh, terdapat bercak putih, telson dan ekor berwarna merah dan kemampuan renang udang lambat. Jenis *Vibrio sp.* yang sudah dikenali menginfeksi udang yaitu *V. harveyi*, *V. alginolyticus*, dan *V. parahaemolyticus* (Chatterjee & Haldar, 2012). Keberadaan *Vibrio sp.* di perairan budi daya dipengaruhi oleh parameter fisika dan kimia. Hal ini sesuai dengan pendapat Kharisma & Manan (2012), bahwa parameter fisika dan kimia di perairan yang tidak baik menyebabkan kelimpahan jumlah bakteri *Vibrio sp.* pada tambak budi daya udang vaname.

2.3 Kualitas Air

Kualitas air adalah salah satu faktor dinamis yang memengaruhi keberhasilan budi daya udang (Sahrijanna & Septiningsih, 2017). Kualitas air tambak sangat berkaitan dengan kesehatan udang. Kualitas air yang baik dapat mendukung pertumbuhan udang secara optimal karena memengaruhi proses metabolisme tubuh udang, yaitu seperti keaktifan dalam mencari makan, pencernaan serta partumbuhan udang (Gao *et al.*, 2016). Kualitas air yang diamati dalam penelitian ini yaitu suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, ammonia, nitrit, fosfat, dan alkalinitas.

2.3.1 Suhu

Suhu adalah besaran yang menggambarkan derajat panas atau dingin suatu benda. Suhu salah satu faktor fisika air yang sulit dikontrol karena dipengaruhi lokasi dan cuaca. Suhu lingkungan perairan sangat memengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme (Kalesaran, 2010). Perubahan suhu yang cepat dapat menyebabkan stres, bahkan dapat menyebabkan kematian pada organisme yang dibudidayakan (Umiliana *et al.*, 2016). Apabila suhu di bawah 18° C nafsu

makan udang akan berkurang, dan jika di bawah 12° C atau di atas 40° C dapat menyebabkan kematian pada udang. Suhu yang optimum dalam kegiatan budi daya udang berkisar 26-33° C (Supono, 2017).

2.3.2 Salinitas

Salinitas merupakan kadar garam atau tingkat keasinan pada air. Secara ilmiah salinitas diartikan sebagai total padatan dalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, bromide, dan ioda diganti dengan klorida serta bahan organik yang sudah dioksidasi. Nilai salinitas air dipengaruhi oleh hujan, karena volume air yang bertambah dapat menurunkan salinitas. Jika salinitas di luar kisaran optimum akan menyebabkan pertumbuhan udang menjadi lambat. Nilai salinitas untuk kegiatan budi daya udang secara maksimal yaitu berkisar antara 30-33 ppt (SNI 8037.1, 2014).

2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan kondisi asam dan basa suatu perairan yang digunakan sebagai indeks kualitas lingkungan. Perubahan pH air dipengaruhi sifat tanahnya. Pada umumnya, pH air pada tambak sore hari lebih tinggi dari pada pagi hari. Karena adanya kegiatan fotosintesis oleh fitoplankton yang menyerap CO₂, dan sebaliknya pada pagi hari CO₂ melimpah sebagai hasil pernafasan udang. Menurut Arsad & Affandi (2017), kisaran pH yang optimal untuk pertumbuhan udang adalah 7-8,5 dan dapat menoleransi pH dengan kisaran antara 6,5-9. Konsentrasi pH air memengaruhi nafsu makan udang. Selain itu, pH air yang berada di bawah kisaran toleransi menyebabkan terganggunya proses *moulting* sehingga kulit udang menjadi lunak dan kelangsungan hidupnya rendah.

2.3.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut adalah jumlah milligram kandungan oksigen terlarut dalam satu liter air. DO air digunakan dalam proses pernapasan (respirasi), baik tumbuhan air, udang, maupun organisme perairan. Oksigen terlarut pada perairan

dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu pH, salinitas, dan bahan organik. Kandungan oksigen terlarut dalam perairan kisaran optimal untuk pertumbuhan udang yaitu > 4 mg/L (Supono, 2017). Jika terjadi masalah kekurangan oksigen di perairan tambak dilakukan penambahan air serta penambahan jumlah kincir.

2.3.5 Amonia (NH_3)

Amonia dalam perairan merupakan hasil perombakan dari senyawa-senyawa nitrogen dari bakteri atau dampak pemberian pupuk yang berlebihan. Amonia bersifat beracun bagi organisme di perairan, walaupun konsentrasinya rendah. Sumber utama amonia dalam tambak yaitu ekskresi dari udang dan ikan maupun timbunan bahan organik dari sisa plankton yang mati. Kadar protein pada pakan sangat mendukung akumulasi organik-N di tambak dan selanjutnya menjadi amonia setelah mengalami proses amonifikasi (Sahrijanna & Sahabuddin, 2014). Kandungan amonia yang dapat ditoleransi untuk kehidupan udang $< 0,3$ mg/L. Menurut Wulandari *et al.* (2015), konsentrasi amonia yang tinggi di suatu perairan dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut yang dapat menimbulkan gangguan fungsi fisiologi serta metabolisme seperti respirasi.

2.3.6 Nitrit (NO_2)

Nitrit adalah ion-ion anorganik alami bagian dari proses siklus nitrogen. Nitrit terbentuk dari asam nitrit yang berasal dari amonia melalui proses oksidasi katalik. Kandungan nitrit di perairan yang baik yaitu $< 0,3$ mg/L. Menurut Supono (2017), kandungan nitrit yang tinggi di dalam perairan sangat berbahaya bagi ikan dan udang, karena nitrit di dalam darah dapat mengoksidasi hemoglobin menjadi metahemoglobin yang tidak bisa menyalurkan oksigen.

2.3.7 Fosfat (PO_4)

Fosfat adalah bentuk fosfor yang dapat digunakan oleh tumbuhan dan termasuk unsur esensial dari tumbuhan tingkat tinggi dan alga sehingga fungsinya dapat memengaruhi tingkat produktivitas perairan (Patty *et al.*, 2019). Kebutuhan fosfat yang digunakan untuk kebutuhan optimum udang dipengaruhi oleh

bentuk senyawa nitrogen. Fosfat di perairan terdapat dalam bentuk senyawa organik yaitu ortho, meta, poli, dan organik. Menurut Boyd (1998), senyawa fosfat yang dapat dimanfaatkan langsung fitoplankton adalah organik terlarut yang bentuk ionnya ortofosfat (PO_4).

2.3.8 Alkalinitas

Alkalinitas adalah kemampuan air dalam menetralkan suatu asam atau basa kuantitas anion di perairan yang dapat menetralkan kation hidrogen. Alkalinitas memiliki peran sebagai sistem penyangga, pelunakan kualitas air, koagulasi bahan kimia, dan pengendalian korosi. Menurut Kilawati & Maimunah (2014), batas normal alkalinitas di perairan tambak udang adalah 100-150 mg/L. Nilai alkalinitas di atas 150 mg/L harus diimbangi dengan cara pengenceran salinitas, kepadatan plankton serta penambahan suplai oksigen yang cukup (Arsad & Affandi 2017).

2.4 Plankton

Plankton adalah sekelompok biota perairan, baik berupa tumbuhan maupun hewan, yang hidupnya mengapung maupun melayang di dalam permukaan air yang kemampuan renangnya sangat terbatas hingga selalu terbawa hanyut oleh arus (Nybakken, 1992). Plankton merupakan makanan alami larva organisme di perairan. Plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu fitoplankton dan zooplankton (Sudarsono, 2014). Fitoplankton merupakan plankton yang menyerupai tumbuhan karena bisa melakukan fotosintesis sehingga disebut sebagai produsen utama di perairan. Adapun zooplankton yaitu plankton yang menyerupai hewan karena mempunyai alat gerak seperti hewan pada biasanya dan sebagai konsumen di perairan.

Plankton memiliki sifat kosmopolit atau ada dimana-mana, namun keberadaan plankton di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, diantaranya unsur hara, arus, serta cahaya matahari. Menurut Poernomo (1997) kondisi lingkungan di perairan tambak yang stabil dapat ditemui keragaman plankton yang tinggi serta jenis plankton yang beragam dan kualitas air tambak yang sesuai

dengan kisaran pertumbuhan organisme budi daya. Kelimpahan plankton di perairan sangat bergantung pada musim. Fluktuasi tersebut dipengaruhi oleh faktor kualitas air meliputi suhu, pH, cahaya, cuaca, konsentrasi nutrisi, penyakit, dan kompetisi antara spesies (Brower *et al.*, 1990).

2.5 Imunostimulan

Imunostimulan merupakan senyawa biologis, sintesis atau senyawa lainnya yang mampu meningkatkan sistem respon imun nonspesifik dalam menghadapi serangan penyakit (Wang *et al.*, 2017). Imunostimulan berkaitan langsung dengan sel sistem imun yang membuat sel tersebut lebih aktif (Ekawati *et al.*, 2012). Pada saat ini penggunaan imunostimulan lebih banyak dikembangkan sebagai media kontrol penyakit dalam budi daya udang. Beberapa penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pemberian imunostimulan yang ditambahkan pada pakan dapat meningkatkan daya tahan pada ikan dan udang terhadap infeksi penyakit melalui peningkatan sistem imun nonspesifik (Pais *et al.*, 2008).

Penggunaan imunostimulan bahan alami dari tanaman merupakan salah satu cara untuk mencegah penyakit dalam kegiatan budi daya perikanan. Imunostimulan yang diberikan pada udang dapat melindungi udang terhadap faktor luar yang masuk ke dalam tubuh udang, seperti infeksi patogen, yang menyebabkan kematian udang. Hal yang harus diperhatikan dalam pemberian imunostimulan yaitu dosis dan lama waktu pemberiannya (Manoppo, 2014). Pemberian imunostimulan pada udang tidak memiliki efek samping dan baik untuk diaplikasikan pada organisme yang tidak memiliki sel memori dalam sistem imunnya sehingga dapat merangsang sistem imun nonspesifik (Kwang, 1996).

2.6 *Sargassum* sp.

Sargassum sp. merupakan rumput laut yang masuk dalam filum ochrophyta yang banyak tumbuh di perairan beriklim sedang (Rohim & Estiasih, 2019). *Sargassum* sp. memiliki pigmen warna cokelat yang dapat menghasilkan alginat, laminarin, selulosa, fukoidan, dan manitol yang komposisinya bergantung pada jenis, musim, dan kondisi tempat tumbuhnya (Wulandari & Situmeang 2022).

Senyawa aktif yang terkandung dalam *Sargassum* sp. berfungsi sebagai anti-bakteri, antivirus, dan antijamur (Mulyadi *et al.*, 2019). *Sargassum* sp. dapat tumbuh di daerah intertidal, subtidal, sampai daerah tubir pada ombak yang besar dengan arus air yang deras. Pertumbuhannya pada kedalaman 0,5-10 m dengan suhu 27-30° C, salinitas 32-33 ppt serta dapat tumbuh sepanjang tahun dan pada setiap musim barat maupun timur dapat ditemui di berbagai perairan (Lutfiawan, 2015).

Sargassum sp. merupakan sumber senyawa bioaktif primer maupun sekunder yang memiliki kandungan karbohidrat, protein, vitamin, abu, air, dan mineral dalam bentuk makro dan mikro elemen, yaitu natrium (Na), kalium (K), fosfat (P), magnesium (Mg), besi (Fe) dan iodin (I) (Syad *et al.*, 2013). *Sargassum* sp. merupakan bagian dari kelompok rumput laut cokelat (*Phaeophyceae*) dan genus terbesar dari famili sargassaceae. Menurut Atmadja *et al.* (1996) klasifikasi *Sargassum* sp. adalah sebagai berikut:

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



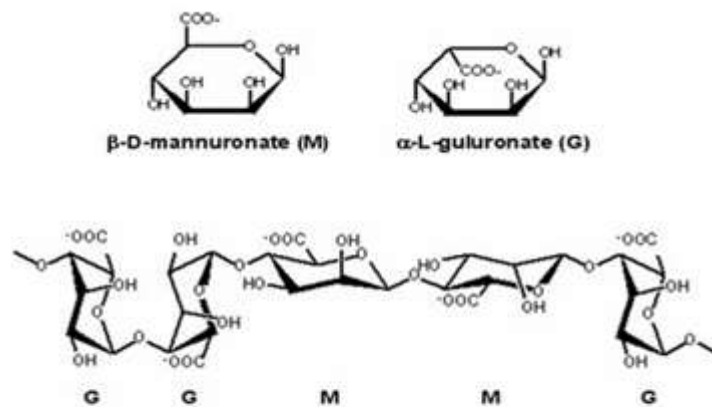
Gambar 3. *Sargassum* sp.

Sargassum sp. memiliki bentuk thallus gepeng, percabangannya banyak menyerupai pepohonan di darat, lonjong seperti pedang, memiliki gelembung yang umumnya soliter, batang utama bulat agak kasar dan holdfast (bagian yang digunakan untuk melekat) yang berbentuk cakram. Bagian pinggir daun bergerigi jarang, berombak, dan pada bagian ujung melengkung atau meruncing (Pakidi & Suwoyo, 2017). Secara umum ciri-ciri *Sargassum* sp. berwarna coklat karena dominasi pigmen fikosantin yang menutupi pigmen klorofil yang membuat ganggang ini terlihat berwarna coklat. Daun berbentuk oval dengan ukuran panjang sekitar 40 mm dan lebar 10 mm.

2.7 Natrium (Na) Alginat

Alginat merupakan kelompok senyawa polisakarida yang terdapat pada dinding sel dari semua jenis alga coklat (*Phaeophyceae*) yang memiliki kadar sebesar 40% dari berat kering dan berperan dalam mempertahankan struktur sel alga coklat (Sinurat & Marliani, 2017). Alginat atau algin merupakan polisakarida yang dapat membentuk gel yang didapat dari hasil ekstraksi alga coklat. Alginat termasuk salah satu bahan pikokoloid yang memiliki fungsi sebagai bahan pengental, pengemulsi, pengatur keseimbangan, dan pembentuk lapisan terhadap minyak (Rasyid, 2010). Alginat yang terdapat pada dinding alga coklat yang dikenal sebagai substansi yang memiliki aktivitas imunomodulator. Penggunaan alginat sebagai imunostimulan di bidang akuakultur telah terbukti efektif meningkatkan sistem imunitas pada ikan dan udang.

Alginat merupakan suatu senyawa heteropolisakarida yang diperoleh dari hasil pembentukan rantai monomer *mannuronic acid* (asam poly-D-mannuronat) serta *guluronic acid* (asam poly-L-guluronat) yang terkandung dalam dinding sel alga coklat yang salah satu sumbernya yaitu rumput laut *Sargassum* sp. (Sinurat & Agustina, 2012). Alginat merupakan suatu polimer linier yang mempunyai berat molekul yang tinggi dan mudah menyerap air. Berat molekul alginat bervariasi bergantung pada proses metode preparasi dan sumber lautnya (Eriningsih *et al.*, 2014). Berikut ini struktur kimia natrium alginat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kimia natrium alginat
Sumber: Eriningsih *et al.* (2014)

Natrium alginat adalah hasil produk karbohidrat yang telah diekstraksi dari jenis tanaman laut alga cokelat dengan menggunakan garam alkali. Natrium alginat merupakan hasil akhir proses ekstraksi jenis alga cokelat yang berupa garam alginat dapat larut dalam air (Haerunnisa, 2008). Menurut pendapat Yunizal (2004) bahwa ada empat tahapan dalam proses ekstraksi alga cokelat sebagai natrium alginat. Tahapan yang pertama yaitu proses perendaman dalam larutan alkali serta larutan asam, tahap kedua proses ekstraksi dalam keadaan basa, tahap ketiga proses pemucatan, serta yang terakhir tahap pemurnian natrium alginat.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober-Desember 2022 bertempat di PT Puji Dewanto Farm yang terletak di Jalan Lintas Timur, Desa Ruguk, Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat-alat penelitian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Panci	Diameter 50 cm, tinggi 50 cm	Untuk merebus <i>Sargassum sp.</i>
2.	Bak	Diameter 70 cm, tinggi 30 cm	Menampung hasil ekstraksi <i>Sargassum sp.</i>
3.	Ember	Diameter 20 cm, tinggi 50 cm	Mencampurkan larutan.
4.	Tungku	Terbuat dari susunan bata	Memasak <i>Sargassum sp.</i>
5.	Pengaduk	Terbuat dari bambu	Mengaduk di dalam panci.
6.	Lumpang	Terbuat dari batu	Menghaluskan <i>Sargassum sp.</i>
7.	Timbangan digital	Kern ABJ, d = 0,1 mg	Menimbang bahan yang digunakan.
8.	Termometer	Gea medical, Indonesia	Mengukur suhu.
9.	pH meter	ATC, 009(I)A	Mengecek larutan asam atau basa.
10.	Syringe	One med, ukuran 26	Mengambil <i>hemolimph</i> dan pengenceran.
11.	Mini tube	One med, ukuran 1,5 mL	Menyimpan <i>hemolimph</i> .

Tabel 1. Alat-alat penelitian (lanjutan)

No	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan
12.	Gelas ukur	Iwaki, Jepang, (vol. 1.000 mL)	Menakar volume larutan yang digunakan.
13.	Cawan petri	Ukuran 18 x 95 mm	Membiakan sel.
14.	Magnetik <i>stirrer</i>	Aluminium Plate 2.000 mL Sojikyō	Menghomogenkan media.
15.	Tabung reaksi	Iwaki pyrex	Mereaksikan larutan.
16.	Pipet tetes	Iwaki pyrex	Meneteskan larutan.
17.	Mikropipet	Socorex, Swiss	Memindahkan larutan.
18.	Autoklaf	Daihan Autoclave WAC-P47/60/80	Mensterilkan alat dan bahan uji.
19.	Erlenmeyer	Iwaki pyrex, Jepang	Pencampuran larutan dan bahan.
20.	Refraktometer	Refractometer, Jepang	Mengukur konsentrasi bahan berdasarkan indeks biasnya.
21.	DO meter	YSI Pro20i . 607130, USA	Mengukur oksigen terlarut di dalam air.
22.	<i>Haemocytometer</i>	Assistant, Germany	Mengamati darah untuk uji THC dan mengecek plankton.
23.	Mikroskop	Leica, German	Pengamatan.
24.	Botol sampel	Bottle HDPE 50 mL	Mengambil sampel air.
25.	<i>Spreader</i>	Terbuat dari bahan borocylicate	Menyebarkan cairan di permukaan media.
26.	Bunsen	Terbuat dari bahan borocylicate	Pemanasan, pembakaran dan sterilisasi jarum ose atau lainnya.
27.	<i>Test kit</i>	Merck M.1.146661	Mengukur kandungan fosfat, alkalinitas, nitrit, dan amonia.

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian

No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Udang vaname	PL 17	Hewan yang diuji.
2.	<i>Sargassum</i> sp.	Pantai Tarahan, Lampung Selatan	Untuk menghasilkan alginat.
3.	HCl 1%	E Merck 1.00317.2500	Untuk tahap maserasi.
4.	Sodah abu (Na ₂ CO ₃)	Soda abu	Digunakan untuk mendapatkan alginat.
5.	KCl 0,13 M	KCL MOP	Digunakan untuk tahap pemucatan.
6.	Soda api (NaOH)	Soda api cap Kuda Bintang	Menetralisasi larutan.
7.	Air		Sebagai pelarut.

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian (lanjutan)

No.	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
8.	Pakan komersial	Grobest Indomakmur	Pakan yang dicampurkan dengan alginat.
9.	NaCl fisiologis	Natrium klorida	Larutan yang digunakan dalam pengenceran air buat media TCBS dan TSA.
10.	Na sitrat 3,8%	Indoregen	Sebagai antikoagulan .
11.	Media TCBS	Merck 1.3116.0500	Media agar untuk mengisolasi bakteri <i>Vibrio</i> sp.
12.	Media TSA	Microbiology	Media agar mengisolasi bakteri umum.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode observasi melalui pengambilan sampel.

Perlakuan yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

P1 : Pemberian ekstrak natrium alginat 120 mL/kg pakan komersial, ditambahkan setiap tiga hari sekali dengan penambahan vitamin dan mineral pada kondisi tertentu. Luas kolam 3.500 m² dan kedalaman 1,2 m padat tebar 86 ekor/m² (2 tambak).

P2 : Pemberian ekstrak natrium alginat 120 mL/kg pakan komersial, ditambahkan setiap tiga hari sekali dengan penambahan vitamin dan mineral pada kondisi tertentu. Luas kolam 4.000 m² dan kedalaman 1,2 m padat tebar 86 ekor/m² (2 tambak).

3.4 Prosedur Ekstraksi Alginat *Sargassum* sp.

3.4.1 Koleksi *Sargassum* sp.

Sampel rumput laut cokelat *Sargassum* sp. dikumpulkan dari Pantai Tarahan, Lampung Selatan, pada Oktober 2022. Rumput laut yang dicuci dengan air tawar sampai bersih dan dikeringkan. Selanjutnya ditumbuk sampai menjadi tepung dan kemudian disimpan pada tempat yang kering.

3.4.2 Proses Ekstraksi Alginat

Rumput laut cokelat *Sargassum* sp. yang sudah dihaluskan ditimbang sesuai dengan kebutuhan. Kemudian diekstraksi dengan menggunakan metode penelitian yang dilakukan oleh Irvansyah (2022). Rumput laut direndam dengan larutan HCl 1% selama 60 menit. Setelah dilakukan perendaman, dibilas dengan menggunakan air bersih. Selanjutnya diekstraksi dengan Na_2CO_3 2 % dan direbus dalam suhu 60°C selama 60 menit. Lalu dilakukan penyaringan menggunakan kain blacu. Dilanjutkan tahap pemucatan dengan ditambahkan KCl 0,13 M, diaduk dan didiamkan selama 30 menit. Kemudian dilakukan penambahan HCl 10%, diaduk sampai pH 2-3 dan dibiarkan selama 30 menit. Setelah mencapai pH tersebut, ekstraksi dinetralkan dengan cara penambahan soda api (NaOH) sambil diaduk sampai pH 7-8 dan ekstraksi disimpan pada wadah tertutup dan siap untuk digunakan.

3.5 Prosedur Pemeliharaan

3.5.1 Persiapan Wadah Penelitian

Persiapan wadah penelitian meliputi kontruksi tambak, sarana, dan prasarana. Tujuan dari persiapan wadah penelitian untuk menyediakan media benur sehingga dapat tumbuh dengan baik. Wadah yang digunakan dalam penelitian yaitu kolam beton. Petakan tambak berbentuk bujur sangkar dengan ketinggian pematangnya 2 m dari dasar tanah. Posisi dari *central drain* terletak di bagian tengah dasar tambak dan terbuat dari beton. Sebelum digunakan tambak dikeringkan dahulu untuk membunuh bibit penyakit serta hama, kegiatan pengeringan membutuhkan waktu selama 3-4 hari dengan bantuan sinar matahari hingga dasar petakan tambak tidak terdapat genangan air dan dasar tanah sampai retak-retak.

Setelah itu, disiapkan prasarana yang diperlukan selama budi daya yaitu pemasangan pipa di *central drain* dan kincir. Jumlah kincir pada masing-masing petakan 12 kincir dengan luas petakan tambak 3.500 dan 4.000 m^2 dengan daya 1 HP dan 2 HP. Tujuan pemasangan kincir sebagai penyuplai oksigen serta membersihkan area permukaan dasar tambak sehingga arus air akan stabil untuk keberlangsungan pertumbuhan dan kesehatan udang. Air diisi ke dalam petakan tambak

sebagai wadah pemeliharaan udang, yang sebelumnya sudah ditampung di tandon dan diberi perlakuan berupa pemberian biofilter dengan ikan bandeng.

3.5.2 Persiapan Udang Uji

Udang yang digunakan adalah udang PL 17 yang sudah *specific pathogen resistant* (SPR) dan berasal dari *hatchery* PT Maju Tambak Sumur (MTS) dengan padat tebar benih udang yang tiap petakan yang kedalamannya 1,2 m adalah 86 ekor/m² dengan jumlah penebaran pada kolam P1 sebanyak 300.200 ekor, pada kolam P2 sebanyak 353.400 ekor. Pada penebaran udang di tambak, sebelumnya dilakukan aklimatisasi dengan cara memasukkan kantong benur udang vaname ke petakan tambak untuk menyesuaikan suhu air di tambak dan suhu air di kantong benur.

3.5.3 Persiapan Pakan Uji dan Pemberian Pakan

Pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersil yang berbentuk *crumble* dengan sifat tenggelam yang kandungan protein 36 %, kadar lemak 6%, kadar serat kasar 4%, kadar abu 15% dan kadar air 12%. Pakan ditambahkan dengan ekstra natrium alginat *Sargassum* sp. sebanyak 120 mL/kg pakan, lalu diaduk hingga merata pada wadah pengaduk dan pakan dikeringanginkan, kemudian diberikan ke udang. Frekuensi pemberian pakan 4 kali sehari pada pukul 07.00, 11.00, 15.00, dan 19.00 WIB.

3.6 Prosedur Penelitian Bakteri

3.6.1 Pembuatan Media Selektif

Media tumbuh selektif *Vibrio* sp. adalah media *thiosulphate citrate bile salt sucrose* (TCBS). Langkah pembuatan media TCBS yaitu dengan menimbang bubuk TCBS sebanyak 7,4 g di dalam erlenmeyer. Kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 80 mL dan dipanaskan di atas *hotplate* sampai mendidih, setelah itu media diangkat ditunggu suhunya turun dan selanjutnya media dituangkan secara aseptis ke dalam cawan petri dan disimpan di dalam inkubator bersuhu < 28°C untuk menjaga media agar tetap keras dan steril.

3.6.2 Pembuatan Media Umum

Media umum untuk bakteri laut yang digunakan adalah medium *tryptic soy agar* (TSA). Langkah pembuatan media TSA yaitu ditimbang bubuk TSA sebanyak 3,2 g dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 80 mL di dalam erlenmeyer, selanjutnya larutan dihomogenkan dan dipanaskan di atas *hotplate* sampai mendidih. Setelah itu, media disterilisasi dengan autoklaf selama kurang lebih 15 menit pada suhu 121°C dan kemudian media diangkat dan ditunggu suhunya turun. Selanjutnya media dituang secara aseptis ke dalam cawan petri dan disimpan di dalam inkubator dengan suhu < 28°C untuk menjaga media agar tetap keras dan steril.

3.6.3 Pengambilan Sampel dan Isolasi Bakteri

Sampel air diambil dari perairan tambak menggunakan botol sampel steril sebanyak 50 mL. Botol dicelupkan ke air hingga kedalaman \pm 20 cm dengan dimiringkan pada bagian leher botol ke bawah dan ditutup pada saat masih dalam air untuk menghindari kontaminasi. Selanjutnya sampel air dibawa ke laboratorium untuk dilakukan isolasi bakteri. Sampel diambil sebanyak 100 μ L untuk ditanam secara *pour plate* pada media TCBS dan TSA pada cawan petri, kemudian diratakan dengan menggunakan *spreader*. Lalu posisinya dibalik dan diberi tanda. Setelah itu, tahap selanjutnya cawan petri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 36°C.

3.6.4 Perhitungan Koloni Bakteri

Perhitungan koloni bakteri dilakukan setelah cawan petri diinkubasi selama 24 jam, metode perhitungan yang digunakan berupa *total plate count* (TPC). Jumlah bakteri yang tumbuh dihitung secara manual dan dicatat. Total bakteri yang tumbuh pada kisaran 30-300 koloni. Hasil dari perhitungan tersebut digunakan sebagai nilai pendugaan jumlah bakteri yang tumbuh pada perairan sekitar tambak yang diisolasi menggunakan media TCBS dan TSA.

3.7 Prosedur Penelitian Kualitas Air

Pengukuran kualitas air pada tambak PT Pujidewanto Farm dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kualitas air dengan bakteri, vibrio, dan plankton.

Pengukuran kualitas air dilakukan di waktu pagi hari. Parameter fisika suhu dilakukan pengukuran setiap hari. Pengukuran parameter kimia seperti pH dan DO dilakukan *ex situ* setiap hari. Alat ukur suhu dan pH menggunakan pH meter, DO menggunakan DO meter, dan pengukuran salinitas menggunakan refraktrometer. Adapun pengukuran kualitas air parameter kimia yang meliputi amonia, nitrit, fosfat, dan alkalinitas dilakukan dengan pengambilan sampel air dan diuji dengan menggunakan *test kit* setiap tujuh hari di laboratorium PT Tambak Puji Dewanta Farm.

3.8 Prosedur Pengamatan Plankton

Sampel air diambil setiap tujuh hari dari perairan tambak PT Pujidewanta Farm pada pukul 07.00 -10.00 WIB. Sampel diambil dari perairan tambak menggunakan ember sebanyak 20 L, disaring menggunakan *plankton net*, kemudian air sampel dipindahkan ke botol sampel yang berukuran 50 mL. Selanjutnya sampel air dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop. Sampel diamati menggunakan hemacytometer secara keseluruhan di bagian bergaris hemocytometer. Kemudian didokumentasikan dan diidentifikasi plankton dengan menggunakan buku identifikasi berdasarkan Newell & Newell (1963) dan Pribadi (1998).

3.9 Prosedur Pengambilan *Haemolymph*

Sampel *haemolymph* diambil 0,2 mL tiap ekornya dari udang perlakuan. Pengambilan *haemolymph* untuk setiap perlakuan diambil 6 ekor sampel udang. Sampel *haemolymph* diambil pada hari ke- 40, 50, 60, dan 70. *Haemolymph* diambil pada bagian antara kaki jalan dan kaki renang dengan menggunakan jarum suntik 1 MI. Sebelum dilakukan pengambilan, jarum suntik dibilas dengan larutan antikoagulan (10% natruim sitrat). *Haemolymph* yang diambil ditempatkan dalam *mini tube* dan digunakan untuk mengukur *total haemocyte count* (THC).

3.10 Parameter Uji

3.10.1 *Total Haemocyte Count (THC)*

Total haemocyte count merupakan salah satu sistem pertahanan pada udang vaname yang berfungsi terhadap fagositosis, nodulasi, dan enkapsulasi (Sahoo *et al.*, 2007). Jumlah hemosit yang tinggi menggambarkan bahwa kesehatan udang baik. Perhitungan jumlah *total haemocyte count* (THC) dilakukan dengan menggunakan *haemocytometer* dengan prosedur Campa-Cardova *et al.* (2002) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan

FP: Faktor pengenceran

3.10.2 TBC dan TVC

Total bakteri merupakan nilai yang menunjukkan jumlah bakteri yang ada pada suatu perairan dengan cara menghitung koloni bakteri yang telah ditumbuhkan pada media agara (TCBS dan TSA). Nilai bakteri dinyatakan dalam satuan CFU/mL. Total bakteri dan bakteri vibrio dihitung menggunakan persamaan (Cappucino & Sherman, 2001) sebagai berikut:

$$\text{CFU/mL} = \text{Koloni bakteri yang tumbuh} \times \text{jumlah yang diambil (mL)} \times \text{tingkat pengenceran}$$

3.10.3 Nilai Kelimpahan Plankton

Nilai kelimpahan plankton adalah nilai yang menunjukkan banyaknya sel plankton yang berada dalam suatu populasi yang dinyatakan dalam (sel/L). Analisis kelimpahan plankton dihitung menggunakan persamaan dalam APHA (1989) sebagai berikut:

$$N = Z \times \frac{X}{Y} \times \frac{1}{V}$$

Keterangan:

N: Jumlah plankton seluruhnya (sel/L)

Z: Jumlah plankton yang ditemukan

X: Volume air sampel tersaring (50 mL)

Y: Volume sampel yang diamati (0,0009 mL)

V: Volume air yang disaring (20 L)

3.10.4 Indeks Keanekaragaman Plankton

Nilai indeks keanekaragaman plankton adalah nilai jenis keanekaragaman organisme yang terdapat dalam suatu populasi. Nilai indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui tingkat populasi pada suatu populasi. Keanekaragaman pada suatu populasi ditandai dengan banyaknya spesies organisme yang membentuk populasi tersebut. Standar indeks keanekaragaman plankton dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar indeks keanekaragaman plankton

Nilai	Keterangan
$H' < 1$	Keanekaragaman rendah, kondisi biotik tidak stabil
$1 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang, kondisi biota labil
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi dan komunitas biota stabil

Sumber : Odum (1993)

Indeks keanekaragaman populasi plankton dihitung menggunakan persamaan indeks keanekaragaman (Odum, 1993).

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman plankton

P_i : n_i/N

n_i : Jumlah individu pada jenis ke- i

N : Jumlah total individu

3.10.5 Indeks Keseragaman Plankton

Nilai indeks keseragaman plankton merupakan nilai yang menunjukkan sebaran plankton di suatu populasi perairan. Nilai indeks keseragaman plankton digunakan untuk mengetahui jumlah kesamaan antara jenis plankton dalam perairan. Standar indeks keseragaman plankton dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar indeks keseragaman plankton

Nilai	Keterangan
$E < 0,5$	Keseragaman rendah dan populasi tertekan
$0,4 < E < 0,6$	Keseragaman sedang dan populasi labil
$E > 1$	Keseragaman tinggi dan populasi stabil

Sumber : Haryati *et al.* (2010)

Indeks keseragaman plankton dihitung dengan menggunakan persamaan (Odum,1993) sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H \text{ maks}}$$

Keterangan:

E : Indeks keseragaman plankton

H' : Indeks keanekaragaman plankton

$H \text{ maks}$: $\ln S$

S : Jumlah jenis

3.10.6 Indeks Dominansi Plankton

Indeks dominansi plankton adalah nilai yang menunjukkan ada atau tidak adanya tingkat dominansi oleh jenis tertentu pada komunitas plankton. Standar indeks dominansi plankton dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Standar indeks dominansi plankton

Nilai	Keterangan
≈ 0	Tidak ada spesies yang mendominasi
≈ 1	Ada spesies yang mendominasi

Sumber: Basmi (2000)

Perhitungan indeks dominansi plankton dengan menggunakan persamaan (Odum,1993)

$$C = \sum (P_i)^2$$

Keterangan:

C : Indeks dominansi plankton

ni : Jumlah individu spesies

N : Jumlah total individu

Pi : ni/N

3.10.7 Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dalam penelitian yaitu suhu, pH, DO dilakukan pengecekan setiap hari selama penelitian, sedangkan parameter salinitas, amonia, nitrit, fosfat, dan alkalinitas dilakukan pengecekan setiap tujuh hari.

3.11 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian meliputi *total haemocyte count* (THC), TBC dan TVC, kelimpahan plankton, indeks keanekaragaman plankton, indeks keseragaman plankton, indeks dominansi plankton, dan kualitas air dihitung dan ditabulasi menggunakan Microsoft Excel. Kemudian dianalisis secara deskriptif yang disajikan dalam bentuk gambar dan tabel.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Respon imun nonspesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) *total haemocyte count* (THC) mengalami peningkatan tiap pengambilan sampel.
2. Pemberian alginat *Sargassum* sp. terhadap profil kualitas air kimia yang meliputi amonia, fosfat, dan parameter biologi nilainya melebihi baku optimal pada kegiatan budi daya udang vaname.

5.2 Saran

Aplikasi alginat *Sargassum* sp. 120 mL/kg pakan baik digunakan dalam kegiatan budi daya udang skala lapang. Hal ini didukung dari parameter kesehatan udang yang dilihat dari *total haemocyte count* (THC) mengalami peningkatan tiap pengambilan sampel dan profil kualitas air yang meliputi parameter fisika, kimia, biologi, sehingga dalam kegiatan budi daya udang di tambak perlu dilakukan aplikasi alginat *Sargassum* sp.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges 17th*. Health Association Inc. New York. 1.527 hal.
- Ariadi, H., Wafi, A., Musa, M., & Supriatna. 2021. Keterkaitan hubungan parameter kualitas air pada budidaya intensif udang putih (*Litopenaeus vannamei*). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*. 12(1): 18-28.
- Arsad., S. & Affandi, A. 2017. Studi kegiatan pembesaran udang vannamei dengan penerapan sistem pemeliharaan berbeda. *Jurnal Ilmial Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 1-14.
- Atmadja, W. S., Kadi A., Sulistijo., & Rachmaniar. 1996. *Pengenalan Jenis-Jenis Rumput Laut Indonesia*. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta. 191 hal.
- Basmi, J. 2000. *Planktonologi: Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan*. IPB.Bogor. 60 hal.
- Boyd C.E. 1998. *Water Quality for Pond Aquaculture*. Department on Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Alabama. 39 hal.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. 1998. Ecology of aquaculture ponds. *Pond aquaculture water quality management*. Auburn University. Alabama. hal 8-86.
- Brower, J. E., Zar, J. H., & C. Von - Ende, C. 1990. *General Ecology. Field and Laboratory Methods*. Wm. C. Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa.
- Campa - Cardova, A.I., Hernaandez-Saavedra, N. Y., De Philips, R., & Ascentio, F. 2002. Generation of superoxid anion and sod activity in haemocytes and muscle of american white shrimp (*Litopenause vannamei*) as a responsi to beta glucan and respiratory burst activity of turbo phagocytes. *Aquaculture*. 229(1): 67-78.

- Cappucino, J.G. & Sherman, N. 2001. *Microbiology A Laboratory Manual*. Rockland Community College. State University of New York. 569 hal.
- Cerenius, L., Kawabata, S. I., Lee, B. L., Nonaka, M., & Soderhall, K. 2010. Proteolytic cascades and their involvement in invertebrate immunity. *Trends in Biochemical Sciences*. 35(10): 575-583.
- Chatterjee, S. & Haldar S. 2012. *Vibrio* related diseases in aquaculture and development of rapid and accurate identification methods. *Journal of Marine Science Research and Development*. 1(2): 1-7.
- Cokrowati, N., Prasedya, E. S., Ilham, B. T. K., Hariadi, H., Jumat, M., Sya Waang, D. C., & Qoriasmadillah, W. 2022. Introduksi teknologi budidaya *Sargassum* sp. di Gerupuk Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 5(4): 343-348.
- Darmawan, M., Setyawan, A., Juliasih, N.L.G.R., & Fidyandini, H. 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. *Jurnal of Tropical Marine Science*. 6(1): 11-22.
- Darwanti, K., Sidik, R., & Mahasari, G. 2016. Efisiensi penggunaan imunostimulan dalam pakan terhadap laju pertumbuhan, respon imun dan kelulushidupan udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 18(2): 1-18.
- Ekawati, A.W., Nursyam, H., Widjayanto, E., & Marsoedi, M. 2012. Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan meningkatkan respon imun seluler udang windu (*Penaeus monodon*). *The Journal of Experimental Life Science*. 2(1): 20-28.
- Eriningsih, R., Marlina, R., Mutia, T., Sana, A. W., & Titis, A. 2014. Eksplorasi kandungan pigmen dan alginat dari rumput laut coklat untuk proses pewarnaan kain sutera. *Arena Tekstil*. 29(2): 73-80.
- Feliatra, F., Nugroho, T. T., Silalahi, S., & Octavia, Y. 2011. Skrining bakteri *Vibrio* sp. asli Indonesia sebagai penyebab penyakit udang berbasis teknik 16s ribosomal dna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 3(2): 85-99.
- Gao, W., Tian, L., Huang, T., Yao, M., W., & Xu, Q. 2016. Effect of salinity on the growth performance, osmolarity and metabolism related gene expression in white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Reports*. 2(11): 125-129.
- Haerunnisa. 2008. *Analisa Kualitas dan Formulasi Alginat Hasil Ekstraksi Sargassum filipendula untuk Pembuatan Minuman Suplemen Serat dalam*

Bentuk Effervescent. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 73 hlm.

- Haryati, L., Achmad F. S., & Haryo T. 2010. Studi komunitas fitoplankton di pesisir Kenjeran Surabaya sebagai bioindikator kualitas perairan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 3(2): 117-131.
- Holthuis, L.B. 1980. Shrimps and prawns of the world. an annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish Synop*. 125(1): 271-282.
- Idami, Z. & Nasution, R. A. 2020. Kelimpahan koloni bakteri *Vibrio* sp. berdasarkan lokasi budidaya tambak udang di Kabupaten Pidie. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 5(2): 121-134.
- Indriany, M. 2005. *Struktur Komunitas Diatom dan Dinoflagellata pada Beberapa Daerah Budidaya di Teluk Hurun Lampung*. (Skripsi). Universitas Negeri Jakarta. Jakarta. 125 hal.
- Irvansyah, M. 2022. *Uji Lapang Imunostimulan Alginat Sargassum sp. dengan Frekuensi Berbeda terhadap Produksi Udang Vaname, (Litopenaeus vannamei) (Boone, 1931) di Tambak PT Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan*. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung. 45 hal.
- Ismail, Y. 2020. Analisis kelayakan usaha tambak udang vanamei di Desa Patuhu Kecamatan Randangan Kabupaten Pahuwato. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. 8(2): 67-76.
- Isnansetyo, A., Irpani, H. M., Wulansari, T. A., & Kasanah, N. 2014. Oral administration of alginate from a tropical brown seaweed, *Sargassum* sp. to enhance nonspecific defense in walking catfish (*Clarias* sp.). *Aquacultura Indonesiana*. 15(1): 14-20.
- Jarir, D. V., Anton, A., Anton, S. W., Yunarti, Y., Fatmah, F., Jayadi, J., & Usman, H. 2020. Strategi pengelolaan tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) terhadap sebaran penyakit parasiter di Kecamatan Tanete Riatang Timur. *Jurnal Akuakultur, Teknologi Dan Manajemen Perikanan Tangkap, Ilmu Kelautan*. 3(1): 28-39.
- Kalesaran, O. J. 2010. Pemeliharaan post larva (PL 4 - PL 9) udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di hatchery PT. Banggai Sentral Shrimp Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 6(1): 58-62.
- Kaligis, E. 2015. Respons pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di media bersalinitas rendah dengan pemberian pakan protein dan kalsium berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 7(1): 225-234.

- Khaeriyah, A. & Burhanuddin. 2015. Studi kelimpahan dan sebaran phytoplankton secara vertikal di Pesisir Perairan Kuricaddi (untuk peruntukkan budidaya ikan dan udang). *Jurnal Octopus*. 4(2): 427-434.
- Khalik, A., Syam, H., & Kaseng, S.E. 2021. *Keanekaragaman Plakton pada Tambak Budidaya Padi dan Udang Windu Sistem Mina Padi Air Payau di Kabupaten Maros*. (Tesis). Universitas Negeri Makassar. 164 hal.
- Kharisma, A., & Manan, A. 2012. Kelimpahan bakteri *Vibrio* sp. pada air pembesaran udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai deteksi dini serangan penyakit vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4(2): 131-133.
- Kilawati, Y., & Maimunah, Y. 2014. Kualitas lingkungan tambak intensif (*Litopenaeus vannamei*) dalam kaitannya dengan prevelansi penyakit white spot syndrome virus. *Research Journal of Life Science*. 2(1): 50-59.
- Kitani, H. 1994. Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus*, in the Pacific coast of Central America. *Fisheries Science*. 60(3): 243-247.
- KKP. 2022. *Kelautan dan Perikanan dalam Angka Tahun 2022*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Jakarta. 348 hal.
- Kwang, L. C. 1996. *Immune Enhancer in the Control of Diseases in Aquaculture*. Encap Technology Pte. Ltd 14. Singapore. 128 hal.
- Lee, M. H. & Shiau, S.Y. 2004. Vitamin e requirements of juvenile grass shrimp, *Penaeus monodon* and effects on nonspecific immune responses. *Fish and Shellfish Immunology*. 16(1): 475-485.
- Lutfiawan, M. 2015. Analisis pertumbuhan *Sargassum* sp. dengan sistem budidaya yang berbeda di Teluk Ekas Lombok Timur sebagai bahan pengayaan mata kuliah ekologi tumbuhan. *Jurnal Biologi Tropis*. 15(2): 135-144.
- Makmur, Suwoyo., H. S., Fahrul, M., & Syah, R. 2018. Pengaruh jumlah titik aerasi pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 727-738.
- Manoppo, H. 2014. Respon imun nonspesifik dan pertumbuhan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diberi pakan yang ditambahkan nukleotida dengan lama pemberian berbeda. *Jurnal Budidaya Perairan*. 2(1): 30-37.
- Martinez, A., Hernandez, J. G., Osuna, F. P., Jimenez Soto, M. F., & Martini, M.E. 2019. The influence of anthropogenic organic matter and nutrient inputs on the food web structure in a coastal lagoon receiving agriculture

- and shrimp farming effluents. *Science of The Total Environment*. 6(2): 635-664.
- Maretta, G., Hasan, N. W., & Septiana, N. I. 2019. Keanekaragaman Moluska di Pantai Pasir Putih Lampung Selatan. *Journal of Tropical Biology*. 7(3): 87-94.
- Muahiddah, N. & Hidayanti, A. 2022. Analysis of different volume of production of shrimps, milk fishes and seaweeds in the Province of West Nusa Tenggara and East Nusa Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*. 22(4): 1397-1405.
- Mulyadi, Nur, I., & Iba, W. 2019. Uji fitokimia ekstrak bahan aktif rumput laut *Sargassum* sp. *Fhisery Science & Inovation*. 3(1): 14-17.
- Muqsith, A., Ariadi, H., & Wafi, A. 2021. Financial feasibility analysis and business sensitivity level on intensive aquaculture of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*. 8(2): 268-279.
- Newell, G. E., & Newell R. C. 1963. *Marine Plankton a Practical Guide*. Hutchinson Education. London. 217 hal.
- Nuraeni. 2015. Pengelolaan Kualitas Air pada Pembesaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Intensif UD Sukses Sejahtera. (Skripsi). Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene dan Kepulauan Pangkep. Makassar. 51 hal.
- Nur'aini, Y., Hanggono, B., & Faries, A. 2019. Penanggulangan penyakit berak putih pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Perencanaan Budidaya Air Payau dan Laut*. 14(1): 108-117.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut*. Terjemahan: M. Eidman. Gramedia. Jakarta. 459 hal.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Diterjemahkan dari *Fundamental of Ecology* oleh T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hal.
- Pagoray, H., Ghitarina, & Udayana, D. 2015. Kualitas plankton pada kolam pasca tambang batubara yang dimanfaatkan untuk budidaya perairan. *Majalah Ilmiah Pertanian Ziraah*. 40(2): 108-113.
- Pais, R., Khushiramani, R., & Karunasagar, I. 2008. Effect of immunostimulants on hemolymph haemagglutinins of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture Research*. 38(1): 1339-1345.
- Pakidi, C.S., & Suwoyo, H. S. 2017. Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga cokelat (*Sargassum* sp.). *Jurnal Octopus*. 6(1): 551-562.

- Pariakan, A., & Rahim, M. 2021. Karakteristik kualitas air dan keberadaan bakteri *Vibrio* sp. pada wilayah tambak udang tradisional di Pesisir Wundulako dan Pomalaa Kolaka. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 5(3): 547-556.
- Patty, S. I., Rizki, M. P., Rifai, H., & Akbar, N. 2019. Kajian kualitas air dan indeks pencemaran perairan laut di Teluk Manado ditinjau dari parameter fisika, kimia air laut. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 2(2): 1-13.
- Peraturan Menteri Kelautan & Perikanan Republik Indonesia No 75. 2016. *Pedoman umum pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 43 hal.
- Prasetya, I. K. D., Suhendra, L., & Putra, G. P. G. 2020. Karakteristik ekstrak alga coklat pada perlakuan ukuran partikel dan lama ekstraksi alga coklat (*Sargassum polycystum*) sebagai antibakteri. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(1): 49-58.
- Pratiwi, H., Damar A., & Sulistiono. 2018. Phytoplankton community structure in the estuary of Donan River, Cilacap, Central Java, Indonesia. *Jurnal Biodiv*. 19(6): 2104-2110.
- Pribadi, J. 1998. *Training Planktonologi*. Laboratorium Central Department Aquaculture Division. PT. Centralpertiwi Bahari. Lampung. 124 hal.
- Poernomo, A. 1997. *Petunjuk Pelaksanaan Pengembangan Budidaya Udang Ramah Lingkungan*. Ditjen Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. 54 hal.
- Putri, Y.S., & Susilowati, S. 2013. Pengaruh padat penebaran terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) serta produksi biomassa rumput laut (*Gracilaria* sp.) pada budidaya polikultur. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 2(3): 12-19.
- Putra, F.R., & Manan, A. 2014. Monitoring kualitas air pada tambak pembesaran udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6(2): 137-141.
- Ramesh, K., Natarajan, M., Sridhar, H., & Umamaheswari, S. 2014. Virulence determination among *Vibrio harveyi* hatchery isolates through haemolysis and growth constraint. *Journal Bio-Science and Biotechnology*. 3(1): 109-114.
- Rasyid, A. 2010. Ekstraksi natrium alginat dari alga coklat *Sargassum echinocarpum*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36 (3): 393-400.

- Ridho, A., & Pramesti, R. 2009. Aplikasi ekstrak rumput laut sebagai agen imunostimulan sistem pertahanan non spesifik pada udang (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14(1): 133-137.
- Rohim, A., & Estiasih, T. 2019. Senyawa-senyawa bioaktif pada rumput laut cokelat *Sargassum* sp. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 20(2): 115-126.
- Sahrijanna, A., & Sahabuddin, S. 2014. Kajian kualitas air pada budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan sistem pergiliran pakan di tambak intensif. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 1(1): 313-320.
- Sahrijanna, A. & Septiningsih E. 2017. Variasi waktu kualitas air pada tambak budidaya udang dengan teknologi integrated multitrophic aquaculture di Mamuju Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 8(2): 52-57.
- Sahoo, P. K., Pillai, B. R., Mohanty, J., Kumari, J., Mohanty, S., & Mishra, B. K. 2007. *In vivo* humoral and cellular reaction, and fate of injected bacteria *Aeromonas hydrophila* in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *fish and Shell fish Immunology*. 23(2): 327-340.
- Satyantini, W. H., Kurniawan, A., & Kusdarwati, R. 2016. Penambahan Ekstrak *Gracilaria verrucosa* Terhadap Peningkatan Total Hemosit, Kelangsungan Hidup dan Respon Fisiologi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) *Akuatika Indonesia*. 1(2): 120-129.
- Setyawan, A., Supono, S., Safitri, Y. B., Hudaidah, S., & Fidyandini, H. P. 2020. Suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp. dari Perairan Lampung untuk memicu respon imun (*Litopenaeus vannamei*). *Seminar Nasional Tahunan XVII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta 14 Desember 2020. 47 hal.
- 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): 1-8.
- Sinurat, E., & Agustina. 2012. Optimal pH Ca alginat dan rumput laut cokelat sebagai absorben. *Prosiding Inovasi Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan IV*. 183-188 hal.
- Sinurat, E., & Marliani, R. 2017. Karakteristik Na-alginat dari rumput laut cokelat *Sargassum crassifolium* dengan perbedaan alat penyaring. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2):351-361.
- Smith, V. J., Brown, J.H., & Hauton, C. 2003. Imunostimulan in crustaceans, does it really protect against infection. *Fish and Shellfish Immunology*. 15(1): 71-90.

- Srisapomea, P, Hamanob, K, Tsutsuib.I., & Iiyama, K. 2018. Immunostimulation and yellow head virus (YHV) disease resistance induced by a lignin based pulping by product in black tiger shrimp (*Penaeus monodon* Linn.). *Fish and Shellfish Immunology*. 72(2): 494-501.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2014. Udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) Bagian 1: *Produk Induk Model Indoor* (SNI 8037.1: 2014). SNI. Jakarta. 11 hal.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2016. *Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (Penaeus monodon) dan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Jakarta. 43 hal.
- Sudarsono, S. 2014. Identification of plankton species in ponds of block o residence, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Sains Dasar*. 3(2): 149-155.
- Supono. 2017. *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta.168 hal.
- Supono. 2018. *Manajemen Kualitas Air Untuk Budidaya Udang*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.132 hal.
- Supriatna, Mahmudia, M., MusaaM., & Kusriania. 2020. Hubungan pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vanname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(3): 368-374.
- Suryati, E., Tenriulo, A., & Tonnek, S. 2003. Pengaruh pemberian ekstraksi pakis sebagai moulting stimulant pada induk udang windu (*Penaeus monodon*) di Hatchery. *Riset Aquaculture*. 8(2): 1-12.
- Syad, A. N., Shunmugiah, K. P., & Kasi, P. D. 2013. Seaweed as nutritional supplements: Analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *Gelidiella acerosa* and *Senecio wightii*. *Biomedicine and Preventive Nutrition*. 3(2): 139-144.
- Taslihan, A., Ani, W., Retna, H., & Astuti, S.M. 2004. *Pengendalian Penyakit pada Budi daya Ikan Air Payau*. Balai Besar Budi daya Air Payau Jepara. Jepara. Indonesia. 32 hal.
- Umiliana, M., Sarjito, & Desrina. 2016. Pengaruh salinitas terhadap infeksi Infectious myonecrosis virus (IMNV) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Boone, 1931). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 5(1): 73-81.
- Utojo, & A.M. Tangko. 2008. Status, masalah, alternatif pemecahan masalah pada pengembangan budidaya udang vaname (*Litopenaus vannamei*) di Sulawesi Selatan. *Media Akuakultur*. 3(2): 118-125.

- Utojo, & A.M. Pirzan. 2009. Kondisi plankton di tambak bandeng Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan. *Prosiding Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. hal 1-8.
- Wafi, A., Ariadi, H., Muqsith, A., Mahmudi, M., & Fadjar, M. 2021. Oxygen consumption of (*Litopenaeus vannamei*) in intensive ponds based on the dynamic modeling system. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 10(1): 17-24.
- Wang, W., Sun, J., Liu, C., & Xue, Z. 2017. Application of immunostimulants in aquaculture current knowledge and future perspectives. *Aquaculture Research*. 48(1): 1-23.
- Widodo, J. 1997. Biodiversitas sumber daya perikanan laut peranannya dalam pengelolaan terpadu wilayah pantai. *Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II*. 136-141 hal.
- Wulandari, T., Widyorini, N., & Purnomo, P. W. 2015. Hubungan pengelolaan kualitas air dengan kandungan bahan organik, NO₂ dan NH₃ pada budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Keburuhan Purworejo. *Management of Aquatic Resources Journal*. 4(3): 42-48.
- Wulandari, I. & Situmeang, S. 2022. Pengaruh penjualan rumput laut *sargassum* sp terhadap pertumbuhan ekonomi masyarakat di Teluk Sasah Kabupaten Bintan tahun 2022. *Eqien Jurnal Ekonomi dan Bisnis*. 11(03): 1515-1521.
- Wyban, J.A. & Sweeney, J. N. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute Hawaii. USA. 158 hal.
- Yende, S.R., Harle, U. N., & Chaugule, B.B. 2014. Therapeutic potential and health benefits of *Sargassum* species. *Pharmacogn*. 8(1): 1-8.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., & Handayani, C. R. 2019. Alginate from *Sargassum siliquosum* simultaneously stimulates innate immunity, upregulates immune genes, and enhances resistance of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) against white spot syndrome virus (WSSV). *Marine Biotechnology*. 21(4): 503-514.
- Yunizal. 2004. *Teknologi Pengolahan Alginat*. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 61 hal.