

**PROFIL HEMATOLOGI DAN HISTOLOGI UDANG VANAME
Litopenaeus vannamei (Boone, 1931) DALAM UJI LAPANG
SUPLEMENTASI IMUNOSTIMULAN ALGINAT *Sargassum* sp.**

(Skripsi)

Oleh

**Cindi Arina
1814111018**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PROFIL HEMATOLOGI DAN HISTOLOGI UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DALAM UJI LAPANG SUPLEMENTASI IMUNOSTIMULAN ALGINAT *Sargassum* sp.

Oleh

Cindi Arina

Udang vaname (*L. vannamei*) banyak dibudidayakan karena memiliki prospek dan profit yang tinggi. Salah satu kendala pada budi daya udang vaname adalah serangan penyakit yang disebabkan oleh beberapa organisme, yaitu bakteri, virus, jamur, dan parasit. Alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung telah terbukti efektif meningkatkan respon imun udang vaname pada skala laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian natrium alginat *Sargassum* sp. terhadap profil hematologi dan histologi udang vaname skala lapang. Penelitian menggunakan 4 petak tambak udang dengan luas 3.600 m² dan 4.600 m² dan padat tebar 135 ekor/m³. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pemberian suplementasi alginat 120 ml/kg pakan sehari sekali (P1), dua hari sekali (P2), tiga hari sekali (P3), dan tanpa suplementasi alginat (K). Hemolim udang diambil pada *day of culture* (DOC) 30, 45, 60, dan untuk pengamatan profil hematologi udang meliputi *total haemocytes count* (THC), total protein plasma (TPP), dan histologi hepatopankreas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi alginat secara signifikan mampu meningkatkan THC dan TPP udang pada hari ke-60 dengan peningkatan 8,73 x 10⁶ sel/ml dan 165 mg/ml secara berturut-turut. Hasil histologi hepatopankreas menunjukkan suplementasi alginat menyebabkan nekrosis dan vakuolasi pada udang yang diberi suplemen alginat maupun pada udang kontrol. Penelitian ini menguatkan penelitian sebelumnya bahwa suplementasi alginat mampu meningkatkan respon imun udang vaname, baik skala laboratoium maupun lapang. Berdasarkan hasil penelitian, direkomendasikan dosis 120 ml/kg pakan dengan pemberian dua hari sekali (P2) karena dapat meningkatkan *total haemocyte count* (THC) 7,91 x 10⁶ sel/ml (205%), dan total protein plasma (TPP) 165 mg/ml (57%).

Kata kunci : Alginat, hematologi, histologi, imunostimulan, *Sargassum* sp., udang vaname.

ABSTRACT

HEMATOLOGICAL AND HISTOLOGICAL PROFILES OF PACIFIC WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) IN FIELD TEST OF *Sargassum* sp. ALGINATE IMMUNOSTIMULATORY SUPPLEMENTATION.

By

Cindi Arina

Pacific white shrimp (*L. vannamei*) is widely cultivated because it has high prospects and profits. One of the constraints on pacific white shrimp farming is the attack of diseases caused by several organisms, namely bacteria, viruses, fungi, and parasites. Alginate *Sargassum* sp. from Lampung waters had been shown to effectively improve the immune response of pacific white shrimp on a laboratory scale. This study aimed to examine the effect of addition of sodium alginate *Sargassum* sp. to the hematological and histological profile of field-scale pacific white shrimp. The study used 4 shrimp farming plots with an area of 3.600 m² and 4.600 m² and a stocking density of 135 heads/m³. The treatment used in this study was alginate supplementation of 120 ml/kg of feed once a day (P1), once every two days (P2), once every three days (P3), and without alginate supplementation (K). Shrimp hemolymph was taken on the day of culture (DOC) 30, 45, 60, and for the observation of shrimp Hematology profile includes total haemocytes count (THC), total plasma protein (TPP), and hepatopancreatic histology. The results showed that alginate supplementation was significantly able to increase the THC and TPP of shrimp on day 60 with an increase of 8.73×10^6 cells/ml and 165 mg/ml respectively. The results of hepatopancreatic histology showed alginate supplementation caused necrosis and vacuolation in shrimp supplemented with alginate and in control shrimp. This study reinforced previous research that alginate supplementation can improve the immune response of pacific white shrimp, both laboratory and field scale. Based on the results of the study, the recommended dose of 120 ml/kg of feed with bi-daily addition (P2) because it can increase the total haemocyte count (THC) 7.91×10^6 cells/ml (205%), and total plasma protein (TPP) 165 mg/ml (57%).

Key words : Alginate, hematological, histology, immunostimulant, *Sargassum* sp., pacific white shrimp.

PROFIL HEMATOLOGI DAN HISTOLOGI UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DALAM UJI LAPANG SUPLEMENTASI IMUNOSTIMULAN ALGINAT *Sargassum* sp.

Oleh

CINDI ARINA

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**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : PROFIL HEMATOLOGI DAN HISTOLOGI
UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone,
1931) DALAM UJI LAPANG SUPLEMENTASI
IMUNOSTIMULAN ALGINAT *Sargassum* sp.

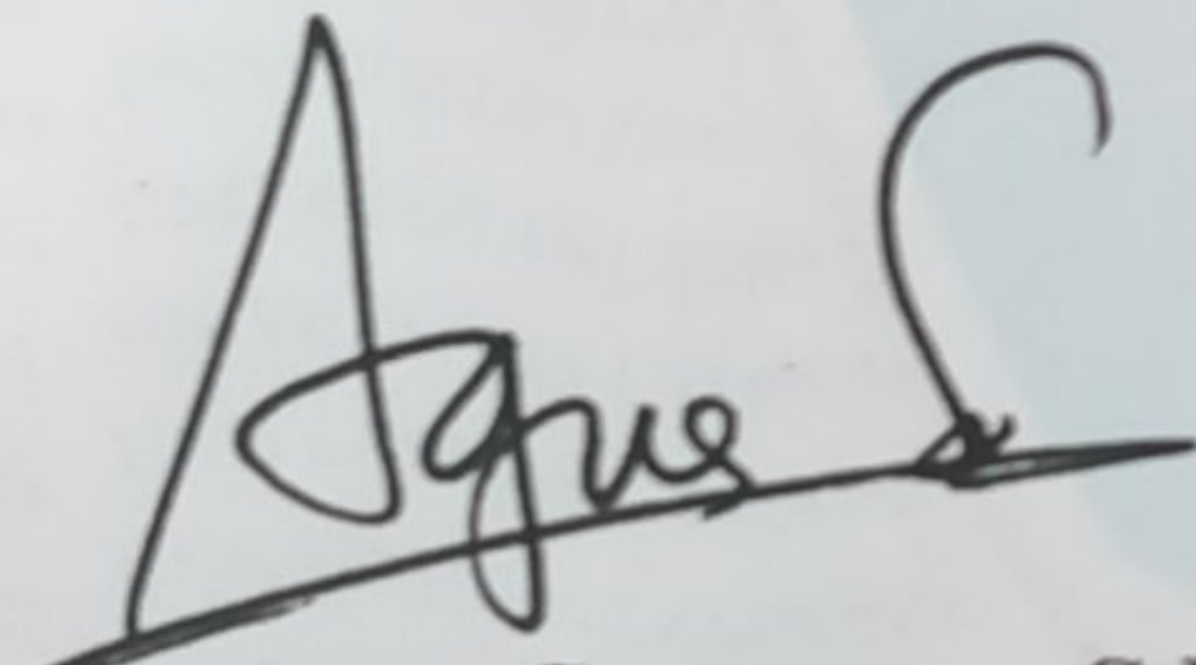
Nama : *Cindi Arina*

Jurusan/Program Studi : Perikanan dan Kelautan/Budidaya Perairan

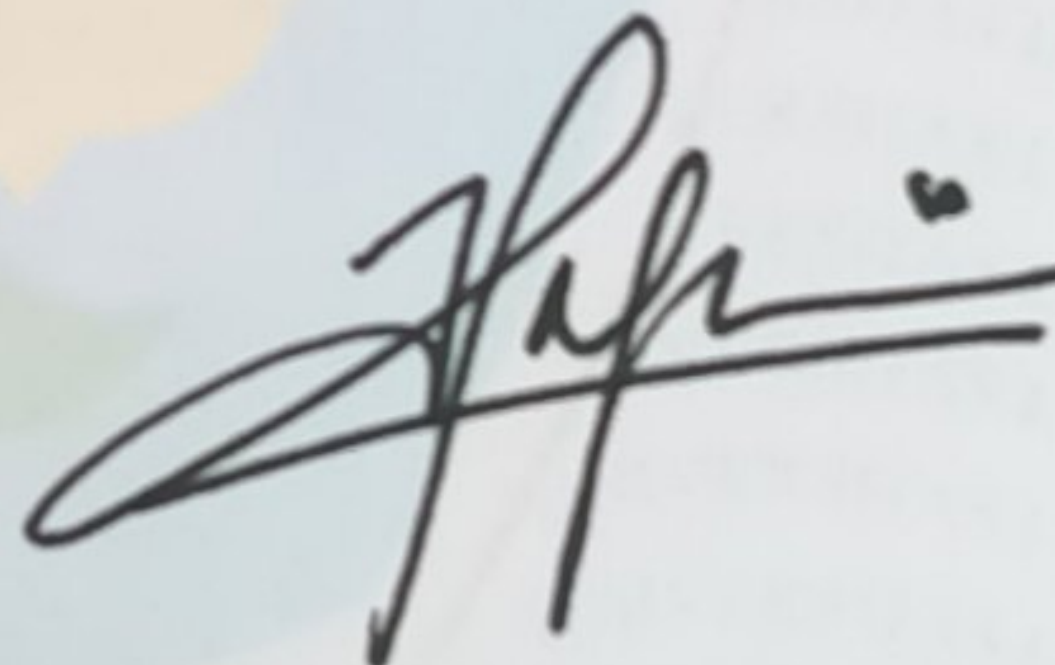
Fakultas : Pertanian

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing

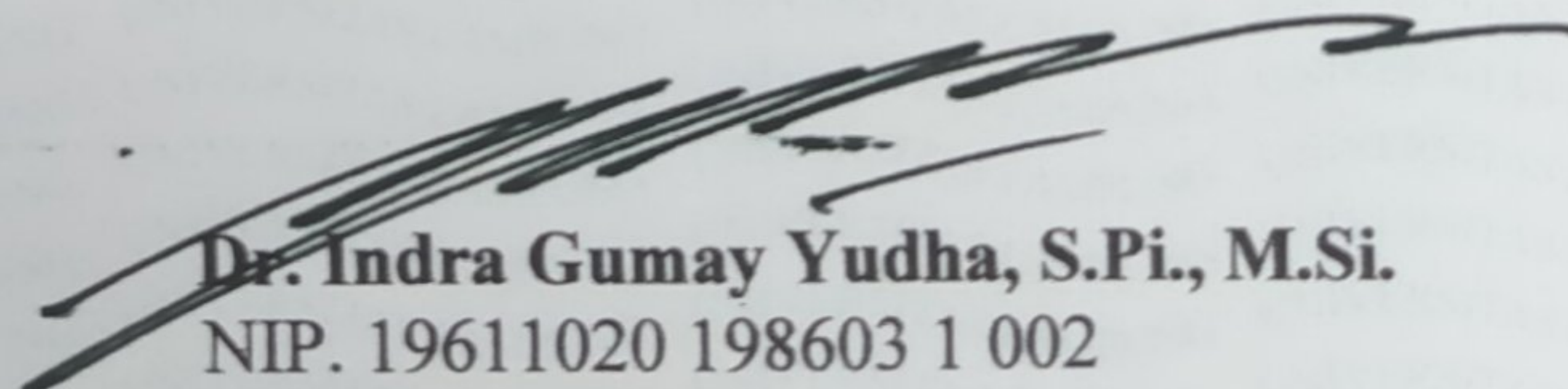


Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.
NIP. 19840805 200912 1 003



Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.
NIP. 19900128 201903 2 018

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan
Universitas Lampung

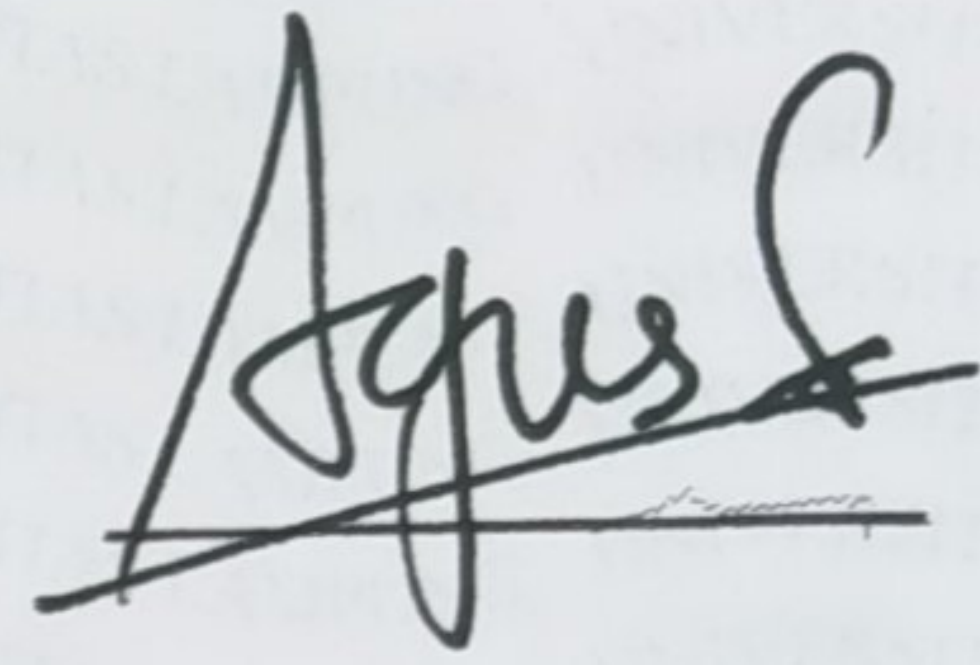


Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

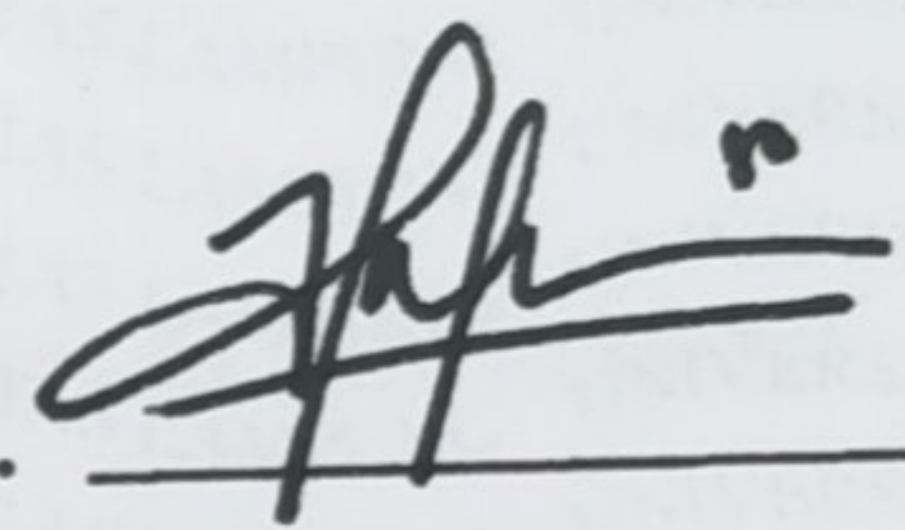
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

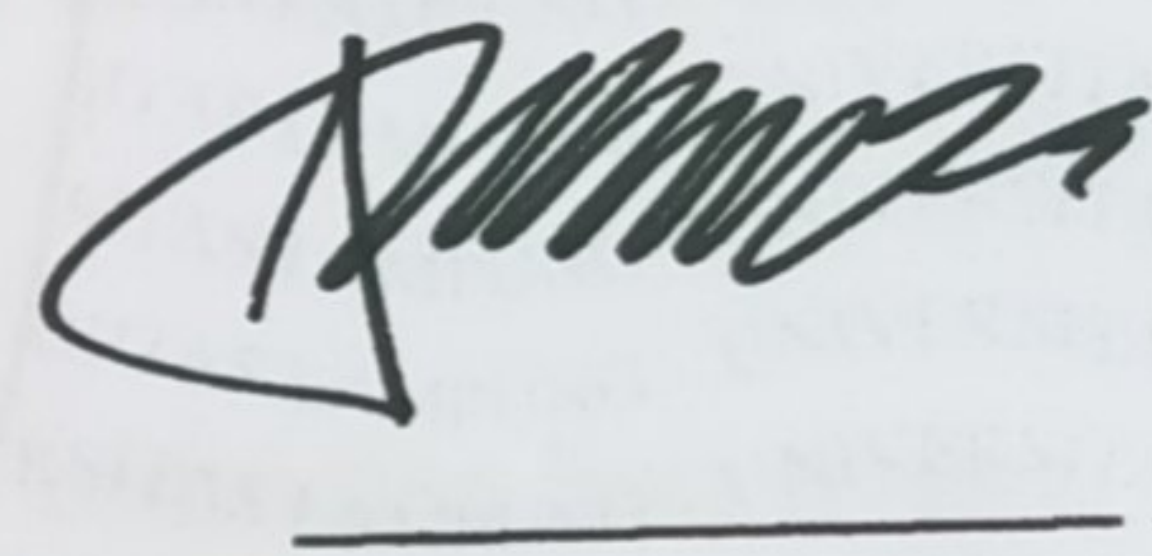
Ketua : Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.



Sekretaris : Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.

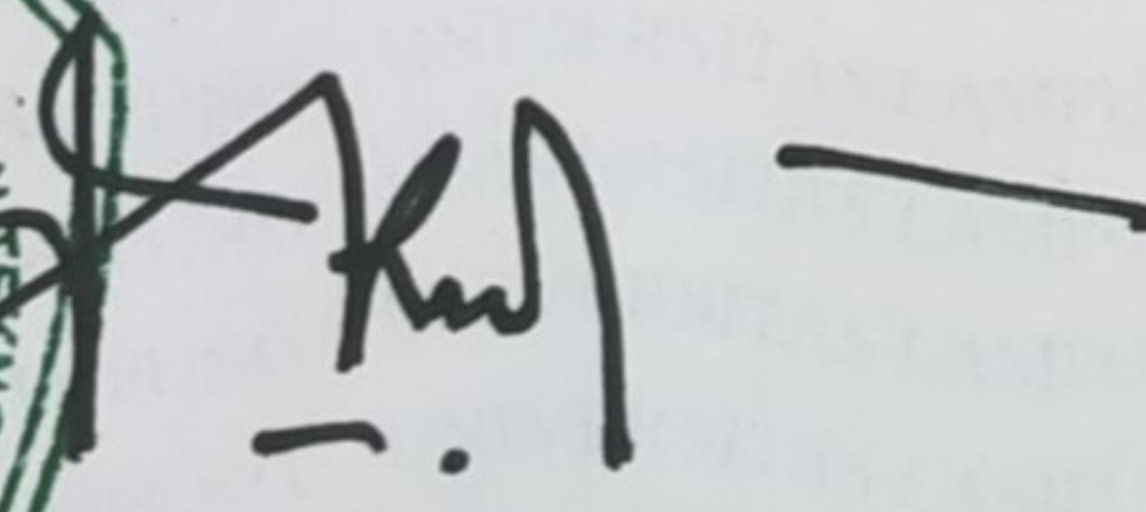


Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Supono, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Arwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi : 27 Maret 2023

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana baik di Universitas Lampung maupun 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 ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 24 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Cindi Arina

NPM. 1814111018

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Cindi Arina yang dilahirkan di Bumi Restu, Kecamatan Abung Surakarta, Kabupaten Lampung Utara pada tanggal 09 November 1999, sebagai anak pertama (sulung) dari pasangan Bapak Subandio dan Ibu Tumini. Penulis memiliki satu adik laki-laki bernama Pandu Satryo. Penulis telah menyelesaikan pendidikan formal di SDN 02 Bumi Restu (2007-2012), SMP Negeri Abung Timur (2012-2015), dan SMAN 1 Abung Semuli (2015-2018) dengan mengambil Jurusan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) dan lulus pada tahun 2018. Penulis melanjutkan pendidikan kejenjang S1 di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Biologi Akuatik dan Imunologi Ikan. Penulis juga pernah melakukan kegiatan magang di PT. Central Proteina Prima (CPP) Lampung pada tahun 2020. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan pada Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik), yaitu menjadi anggota pada Bidang Pengabdian Masyarakat (Pengmas). Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Februari – Maret tahun 2021 di Bumi Restu, Kecamatan Abung Surakarta, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung. Pada bulan Agustus – September tahun 2021, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung, dengan judul “Isolasi dan Identifikasi Bakteri Patogen pada Ikan Bawal Bintang (*Tra*

chinotus blochii) Di Keramba Jaring Apung (KJA) Balai Besar Perikanan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung”. Pada bulan Mei - Juni tahun 2022 penulis melaksanakan penelitian di Tambak PT. Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan dengan judul “Profil Hematologi dan Histologi Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dalam Uji Lapang Suplementasi Imunostimulan Alginat *Sargassum* sp.”

PERSEMBAHAN

Bismilahirrahmanirrohim

Alhamdulillahirabbil'alamin atas karunia, rahmat serta hidayah dari Allah SWT dengan penuh rasa syukur kupersembahkan skripsi ini kepada :

Bapak Subandio dan Ibu Tumini

Orangtuaku yang sangat kusayang dan cinta yang selalu sabar, mendukung, dan mendoakan putrimu dalam mencapai gelar sarjana ini.

Adikku tercinta, Pandu Satryo, yang selalu mendoakan dan mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini.

Keluarga besar dan kerabat, yang senantiasa hadir disetiap langkah dalam perjalananku, terima kasih atas segala doa dan dukungannya.

Almamater Tercinta Universitas Lampung

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya
(Q.S Al Baqarah : 286)

Tidak ada kesulitan yang tidak ada ujungnya. Sesudah sulit pasti akan ada kebahagiaan. “Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

Memang tidak akan selalu mudah, tetapi itulah hidup. Jadilah kuat karena ada hari-hari yang lebih baik di depan
(Mark Lee)

Jangan pernah berterima kasih pada penderitaan, cukup berterima kasih pada diri sendiri yang sudah melewati itu
(Hendery)

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala atas kelimpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Profil Hematologi dan Histologi Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dalam Uji Lapang Suplementasi Imunostimulan Alginat *Sargassum* sp.” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung. Pada 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.
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. sebagai Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, dukungan, saran dan motivasi sehingga proses penyelesaian skripsi berjalan dengan baik.
4. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si. sebagai Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan, memberikan arahan, dukungan, bimbingan, saran, dan kritik dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
5. Dr. Supono, S.Pi., M.Si. sebagai Penguji Utama yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu selama perkuliahan, serta memberikan kritik dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.

6. Dosen Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan pengalaman hidup kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Universitas Lampung.
7. Seluruh staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan yang telah membantu segala urusan administrasi selama masa perkuliahan.
8. Orang tua saya, Bapak Subandio dan Ibu Tumini, serta adik saya Pandu Satryo atas dukungan, doa, kasih sayang yang diberikan kepada penulis.
9. Maulana Irvansyah, Dwi Ramadhan, Diki Indriani, Azizah, Bernika Vina, Agustina, Dhea Adinda, dan Nidia yang telah membantu penulis selama perkuliahan, penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
11. Bapak Eri, Bapak Agus, Mas Wahyu dan teman-teman teknisi di tambak PT. Puji Dewanto Farm yang telah membantu penulis selama penelitian.
12. Teman-teman keluarga besar Jurusan Perikanan dan Kelautan angkatan 2018 Universitas Lampung yang telah memberikan banyak pelajaran berharga, motivasi dan kebahagiaan selama perkuliahan.

Bandar Lampung 2023
Penulis

Cindi Arina

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
DAFTAR ISIii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Kerangka Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Klasifikasi Udang Vaname.....	5
2.2 Morfologi Udang Vaname (<i>L. vannamei</i>)	5
2.3 Siklus Hidup Udang Vaname (<i>L. vannamei</i>).....	6
2.4 Habitat udang vaname (<i>L. vannamei</i>).....	7
2.5 Sistem Pertahanan Tubuh Udang	7
2.6 <i>Sargassum</i> sp.	8
2.7 Natrium Alginat.....	9
III. METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Rancangan Penelitian	11
3.4 Prosedur Penelitian.....	12
3.4.1 Koleksi <i>Sargassum</i> sp.	12
3.4.2 Ekstraksi Natrium Alginat (Sinurat, 2017)	12

3.4.3	Persiapan Wadah Penelitian dan Hewan Uji	12
3.4.4	Pembuatan dan Pemberian Pakan Uji	13
3.4.5	Pengambilan Sampel Udang	13
3.4.6	Pengambilan <i>Haemolymph</i>	13
3.5	Parameter yang Diamati	14
3.5.1	<i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	14
3.5.2	Total Protein Plasma (TPP)	15
3.5.3	Histologi Hepatopankreas	15
3.5.4	Kualitas Air Pemeliharaan	15
IV.	HASIL PEMBAHASAN.....	16
4.1	Hasil.....	16
4.1.1	<i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	16
4.1.2	Total Protein Plasma (TPP)	17
4.1.3	Histologi Hepatopankreas	18
4.1.4	Kualitas Air	18
4.2	Pembahasan	19
4.2.1	Alginat <i>Sargassum</i> sp.	19
4.2.2	<i>Total haemocyte count</i> (THC)	19
4.2.3	Total protein plasma (TPP).....	20
4.2.4	Histologi hepatopankreas	20
4.2.5	Kualitas air	21
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	24
5.1	Kesimpulan.....	24
5.2	Saran	24
	DAFTAR PUSTAKA	26
	LAMPIRAN.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat-alat penelitian.....	10
2. Bahan-bahan peneitian.....	11
3 Kualitas air pemeliharaan udang vaname	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian.....	4
2. Morfologi udang vaname.....	6
3. Siklus hidup udang vaname.....	6
4. Morfologi <i>Sargassum</i> sp.....	8
5. Kotak pada <i>haemocytometer</i>	14
6. <i>Total haemocyte count</i> (THC)	16
7. Total protein plasma (TPP)	17
8. Histologi hepatopankreas	18
9. Pembuatan dan aplikasi ekstrak alginat <i>Sargassum</i> sp. pada pakan	35
10. Pengambilan sampel udang dan pengamatan hemosit	35
11. Proses uji total protein plasma.....	35
12. Pengambilan hepatopankreas udang.....	36
13. Pengukuran kualitas air.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan larutan	33
2. Cara ekstraksi natrium alginat <i>Sargassum</i> sp.	34
3. Dokumentasi penelitian	35

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya perikanan cukup besar. Secara garis besar, Indonesia selalu berada di posisi 10 besar negara yang memiliki potensi perikanan terbesar di dunia (Yhonita, 2020). Salah satu komoditas perikanan yang saat ini banyak dibudidayakan yaitu udang vaname. Udang vaname banyak dibudidayakan karena memiliki prospek dan profit yang menjanjikan (Babu *et al.*, 2014). Menurut KKP (2021), pada tahun 2019-2020 jumlah produksi udang nasional yaitu sebesar 856.753 ton. Jumlah produksi tersebut masih jauh dari target yaitu 2 juta ton pada tahun 2024. Oleh sebab itu, pembudi daya perlu mendongkrak produksi budi daya udang vaname agar target tersebut dapat tercapai.

Banyak kendala yang perlu diwaspadai oleh para pembudi daya udang vaname. Kendala utama pada budi daya udang vaname yang masih sulit untuk dikendalikan, yaitu penyediaan pakan yang berkualitas, sumber air yang baik, dan adanya serangan penyakit pada udang. Serangan penyakit udang pada umumnya dari patogen yang menyebabkan kematian. Penyakit dapat disebabkan oleh beberapa organisme, yaitu bakteri, virus, jamur, dan parasit. Beberapa penyakit virus pada udang yang paling berbahaya yaitu *white spot syndrome virus* (WSSV), *taura syndrome virus* (TSV), *yellow head virus* (YHV), *infectious myo necrosis virus* (IMNV), dan *infectious hypodermal and hematopoietic necrosis virus* (IHHNV) (Lisuriani, 2020). Penyakit yang disebabkan oleh IMNV dapat menyebabkan kematian pada udang 40-70% (Loy, 2011).

Salah satu usaha untuk menghindari infeksi penyakit pada produksi udang yaitu dengan penerapan teknologi. Salah satu teknologi yang dapat digunakan yaitu penggunaan probiotik dan imunostimulan. Menurut Putri *et al.* (2013), imunostimulan merupakan senyawa kimia, obat yang dapat meningkatkan respon spesifik dan nonspesifik ikan. Peningkatan pertahanan tubuh pada udang tidak hanya dengan pemberian pakan yang mengandung komposisi seimbang, tetapi dapat juga dengan pemberian imunostimulan dalam pakan. Udang tidak memiliki respon imun spesifik karena tidak memiliki antibodi, sehingga pertahanan tubuh bergantung pada pertahanan nonspesifik (Ode, 2013). Imunostimulan dapat berhubungan langsung dengan sel sistem imun sehingga membuat sel tersebut lebih aktif (Ekawati *et al.*, 2012).

Sargassum sp. merupakan salah satu alga cokelat yang tersebar di perairan Indonesia. Komponen pada *Sargassum* sp., yaitu karbohidrat, protein, abu, dan air (Hastarina, 2011). *Sargassum* sp. memiliki kandungan sebagai imunostimulan yang terbukti mampu meningkatkan sistem imun udang vaname dan resistensinya terhadap patogen (Cheng *et al.*, 2004). Nursid *et al.* (2013) menyatakan bahwa alga cokelat juga mengandung kartenoid, laminarin, alginat, fucoidan, phlorotanin, dan senyawa fenolik sebagai sumber antioksidan. Alginat merupakan suatu senyawa penting dalam dinding sel alga cokelat dan merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam linear panjang (Prasetyanignrum, 2002).

Pemanfaatan alga cokelat *Sargassum* sp. sebagai imunostimulan pada bidang perikanan sudah cukup banyak digunakan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sodium alginat *Sargassum* sp. dan ekstrak kasarnya efektif dapat memodulasi sistem imun pada udang penaeid (Yeh *et al.*, 2009). Hasil penelitian Yudiati *et al.* (2016) menunjukkan bahwa aplikasi natrium alginat *Sargassum siliquosum* pada udang vaname dapat mengaktifkan sel dan respon imun humoral dan ekspresi gen terkait kekebalan tubuh. Setyawan *et al.* (2021) menyatakan bahwa pemberian natrium alginat dan kalsium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung mampu meningkatkan respon imun nonspesifik udang vaname (*L. vannamei*). Meskipun penelitian tentang manfaat natrium alginat sudah banyak dilakukan, namun dalam

aplikasi natrium alginat pada tambak belum dilakukan, khususnya di Lampung. Dengan demikian perlu untuk diuji lapang natrium alginat untuk mempelajari efektivitas imunostimulan natrium alginat pada udang di tambak berdasarkan gambaran hematologinya, yaitu *total haemocyte count*, total protein plasma, dan histologi hepatopankreas.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian natrium alginat *Sargassum* sp. terhadap profil hematologi dan histologi udang vaname (*L. vannamei*).

1.3 Manfaat Penelitian

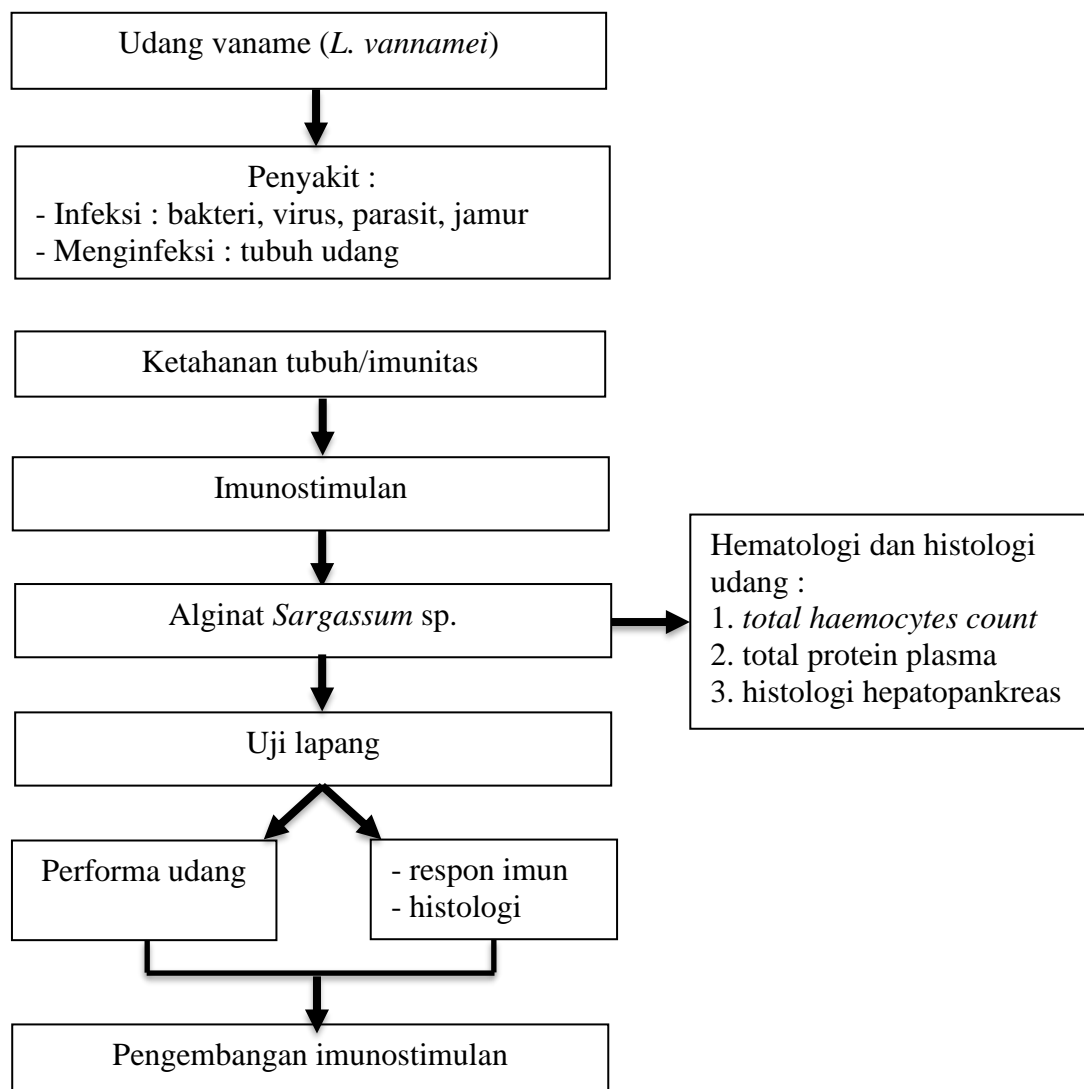
Manfaat dari dilakukannya penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi tentang pemberian natrium alginat *Sargassum* sp. terhadap profil hematologi dan histologi hepatopankreas udang vaname (*L. vannamei*).

1.4 Kerangka Penelitian

Saat ini udang vaname (*L. vannamei*) banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena udang vaname memiliki daya tahan hidup lebih baik dan waktu pemeliharaan yang lebih cepat dibandingkan dengan udang windu. Salah satu faktor penghambat dalam budi daya udang vaname yaitu serangan bakteri maupun virus yang dapat menyebabkan kegagalan panen. Untuk mencegah terjadinya serangan penyakit pada udang, dapat dilakukan upaya pencegahan dengan meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang. Peningkatan sistem pertahanan tubuh pada udang dapat dilakukan dengan menggunakan imunostimulan, vitamin, dan hormon (Putri *et al.*, 2013).

Penyakit pada budi daya udang saat ini sudah sangat bervariasi. Penyakit-penyakit tersebut dapat menurunkan imunitas hingga dapat menyebabkan kematian pada

udang. Penyebab penyakit dan cara pengobatan pada udang belum banyak diketahui, sehingga diperlukannya tindakan pencegahan dengan cara meningkatkan imunitas udang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi dalam pencegahan penyakit pada udang dan dapat diterapkan dengan mudah oleh para pembudi daya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu penggunaan bahan alami yang efektif dan aman digunakan untuk meningkatkan imunitas pada udang dalam jangka panjang. Salah satu bahan alami yang dapat digunakan untuk meningkatkan imunitas udang yaitu alga cokelat (*Sargassum* sp.). Kerangka pemikiran dapat dilihat secara singkat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

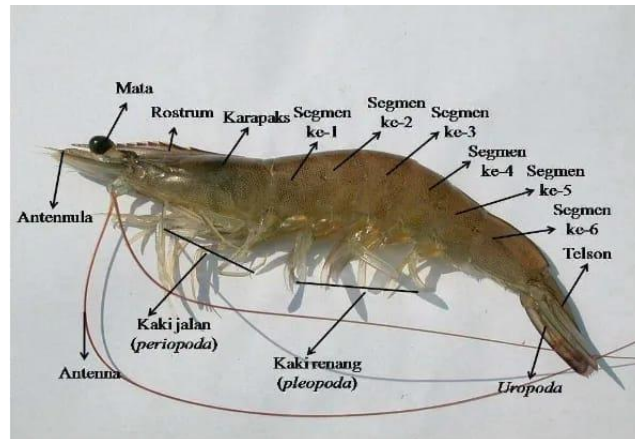
2.1 Klasifikasi Udang Vaname

Udang vaname merupakan salah satu krustase yang berasal dari ordo Decapoda yang memiliki 10 kaki dan *carapace* yang menutupi seluruh kepala. Klasifikasi udang vaname menurut Wyban *et al.* (2000) yaitu sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i>

2.2 Morfologi Udang Vaname (*L. vannamei*)

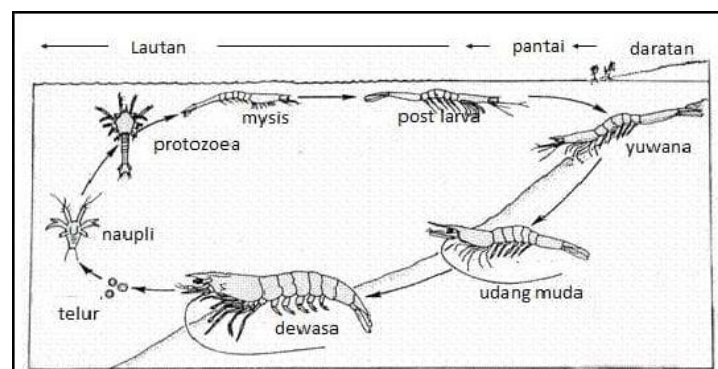
Tubuh udang vaname dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian kepala dan bagian badan. Bagian kepala udang bergabung dengan bagian dada yang disebut *cephalothorax* yang terdiri dari antenula, antena, mandibula, dan sepasang *maxillae* serta dilengkapi dengan 5 pasang kaki jalan. Pada bagian badan dan perut (*abdomen*) terdapat 6 ruas, 6 pasang kaki renang, dan sepasang *uropod* yang berbentuk seperti kipas (Lama, 2019). Udang vaname memiliki warna tubuh putih dengan bintik kemerahan, transparan, dan dapat tumbuh hingga 24 cm pada udang betina dan 20 cm pada udang jantan (Kitani, 1994). Morfologi udang vaname dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi udang vaname
Sumber : Kahfi (2013).

2.3 Siklus Hidup Udang Vaname (*L. vannamei*)

Siklus hidup udang vaname yaitu stadia naupli, zoea, mysis, dan post larva. Udang dewasa melakukan pemijahan dan terjadi fertilisasi. Setelah 17 jam telur akan menetas menjadi larva (nauplius) yang memiliki kuning telur. Naupli kemudian akan *moulting* dan menjadi zoea yang akan metamorfosis menjadi mysis. Mysis mulai terlihat seperti udang kecil yang memakan alga dan zooplankton. Setelah 3-4 hari, mysis akan metamorfosis menjadi post larva. Tahap post larva adalah saat udang sudah memiliki karakteristik udang dewasa. Siklus hidup udang dari tahap naupli sampai post larva membutuhkan waktu sekitar 12 hari. Kemudian post larva akan berkembang ke tahap juvenil (Wyban & Sweeney, 1991) Berikut adalah siklus hidup udang vaname pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang vaname
Sumber : Wyban & Sweeney (1991).

2.4 Habitat Udang Vaname (*L. vannamei*)

Udang vaname merupakan salah satu jenis udang air laut yang memiliki habitat di dasar perairan laut dengan kedalaman 73 meter. Pada saat muda udang berada di perairan payau, tetapi semakin dewasa udang semakin suka hidup di perairan laut (Rusmiyati, 2008). Udang vaname menyebar di perairan Amerika Latin yang meliputi Meksiko, Nikaragua, dan Puerto Rico. Kemudian udang tersebut diimpor oleh beberapa negara di Asia seperti China, India, Thailand, Bangladesh, Vietnam, dan Malaysia yang disusul oleh Indonesia (Amri & Kanna, 2008). Udang vaname bersifat nokturnal yaitu mencari makan pada malam hari dan habitat yang disukai oleh udang yaitu dasar laut yang lembut dan campuran lumpur serta pasir (Elovaara, 2001).

2.5 Sistem Pertahanan Tubuh Udang

Krustase tidak memiliki respon imun spesifik dan bergantung pada respon imun nonspesifik. Respon imun nonspesifik dapat dengan cepat mengenal dan menghancurkan benda asing yang masuk dalam tubuh, termasuk patogen (Wittevelt *et al.*, 2003). Pada udang, pertahanan pertama terhadap penyakit dilakukan oleh hemosit melalui fagositosis, enkapsulasi, dan *nodule formation* (Selvin *et al.*, 2004). Hemosit adalah faktor penting dalam sistem pertahanan seluler pada udang. Kemampuan hemosit pada aktivitas fagositosis dapat meningkat pada saat terjadi infeksi menunjukkan pertahanan tubuh seluler. Untuk mengetahui peningkatan ketahanan tubuh udang dapat dilihat dari meningkatnya aktivitas fagositosis pada sel-sel hemosit (Fontaine & Lighmer, 1974).

Sel hemosit memiliki enzim penghambat yang digunakan untuk mengatur pengaliran proteolytic, mencegah kelebihan rangsangan dan kerusakan jaringan, serta menghasilkan molekul cytotoxic seperti lysozyme, estrase, phospholipase, peroksidase, dan protease (braak, 2002). Sel hemosit terdiri dari 3 macam, yaitu granulosit, hyalinosit, dan semi granulosit. Menurut Owens & O'Neill (1996) granulosit

adalah jaringan yang digunakan untuk sistem pertahanan seluler untuk melawan infeksi. Menurut Johannsson & Sodehall (1989) sel hyalin diaktifkan oleh sel opsonin faktor yang dihasilkan oleh aktifnya prophenoloksidase (proPO) menjadi phenoloksidase (PO) pada sel granular, sehingga hyalin dapat memfagositosis benda asing baik virus maupun bakteri.

2.6 *Sargassum* sp.

Sargassum sp. merupakan salah satu jenis alga yang termasuk dalam filum *Phaeophyta* (alga cokelat) (Guiry, 2007). Rachmat (1999) mengatakan bahwa *Sargassum* sp. memiliki 400 jenis dan 12 jenis ada di Indonesia yaitu *Sargassum dupliscatum*, *Sargassum histrix*, *Sargassum echinocarpum*, *Sargassum obtusifolium*, *Sargassum binderi*, *Sargassum polycystum*, *Sargassum crassifolium*, *Sargassum microphyllum*, *Sargassum aquofillum*, *Sargassum vulgare*, dan *Sargassum polyceratium*.



Gambar 4. Morfologi *Sargassum* sp.

Klasifikasi rumput laut *Sargassum* sp. menurut Anggadiredja *et al.* (2008) yaitu sebagai berikut :

Filum	: Phaeophyta
Kelas	: Phaeophyceae
Ordo	: Fucales
Famili	: Saegassaceae
Genus	: <i>Sargassum</i>
Spesies	: <i>Sargassum</i> sp.

Sargassum sp. dapat tumbuh sampai panjang 12 meter dengan tubuh berwarna cokelat kuning kehijauan. Struktur tubuh terdiri atas sebuah *holdfast* sebagai struktur basal, batang semu, dan *frond* yang berbentuk seperti daun (Guiry, 2007). Habitat *Sargassum* sp. yaitu pada perairan jernih yang memiliki dasar batu karang dan arus ombak yang besar. Kandungan yang ada pada alga cokelat yaitu karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral serta mengandung komponen bioaktif seperti fenolik, pigmen alami, polisakarida sulfat, dan serat (Erniati *et al.*, 2016). Menurut Nursid *et al.* (2013), alga cokelat juga mengandung kartenoid, laminarin, alginat, fucoi-dan, phlorotanin, dan senyawa fenolik sebagai sumber antioksidan.

2.7 Natrium Alginat

Alginat merupakan polimer murni dari asam uronat yang tersusun dalam rantai linier panjang. Alginat adalah komponen penting dalam alga cokelat yang ada pada dinding sel (Winarno, 2008). Alginat merupakan molekul linier yang memiliki berat molekul yang tinggi sehingga mudah menyerap air. Pada alga cokelat asam alginat pada umumnya sebagai garam-garam kalsium, natrium, dan magnesium. Prinsip pembuatan alginat yaitu mengubah kalsium dan magnesium alginat menjadi natrium alginat yang larut dalam air (Zhanjiang, 1990). Kelarutan alginat dan kemampuan dalam mengikat air sangat bergantung pada jumlah ion karboksilat, berat molekul, dan pH. Alginat akan mengalami peningkatan dalam mengikat air apabila jumlah ion karboksilat semakin banyak, sedangkan pada pH dibawah 3 akan terjadi pengendapan (McHugh, 2003). Alginat pada bentuk garam (natrium alginat) dapat digunakan sebagai pengental bahan tambahan dan bahan pengemulsi industri farmasi dan makanan.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei–Juni 2022, bertempat di tambak udang PT Puji Dewanto Farm, Bakauheni, Lampung Selatan dan uji sampel di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Alat-alat penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Timbangan digital	Kern ABJ, d = 0,1 mg	Untuk menimbang bahan yang digunakan.
2.	Kompor gas	TDC, 1 tungku	Untuk membantu proses ekstraksi.
3.	Panci pengukus	Halco, 20 liter	Sebagai wadah untuk ekstraksi.
4.	Toples kaca 3 l	-	Perendaman rumput laut.
5.	Gelas ukur	Iwaki, Jepang, (Vol, 500 ml)	Untuk menakar larutan yang digunakan.
6.	Pipet volumetrik	Iwaki pyrex	Untuk mengambil larutan yang digunakan.
7.	pH meter	ATC, 009(I)A	Mengetahui suatu larutan asam atau basa.
8.	Termometer	Gea medical, Indonesia	Mengukur suhu.
9.	Sentrifuge	Hanil MF-300, Korea Selatan	Memisahkan partikel zat (supernatan) berdasarkan berat molekul.
10.	DO meter		Mengukur kadar oksigen terlarut dalam air.

Tabel 1. Alat-alat penelitian (lanjutan)

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
11.	Vortex	Scientific Industries, USA	Menghomogenkan larutan.
12.	Syringe 1 ml	One med, ukuran 26	Untuk mengambil <i>hemolymph</i> .
13.	Freezer	LG GNB200SQBB	Menyimpan sampel.
14.	Haemocytometer	Assistant, Germany	Mengamati darah untuk uji THC.
15.	Mikroskop	Leica, Germany	Pengamatan objek.
16.	Pipet tetes	Iwaki pyres	Meneteskan larutan.
17.	Kaca preparat	Sail Bran 7101, China	Membuat preparat.
18.	Mikropipet	Socorex, Swiss	Memindahkan larutan.
19.	Mikroplate	Thermo 96 – Well Microplate, USA Elektromag M 60-40	Wadah uji total protein plasma (TPP).
20.	DO meter	YSI Pro20i, 607130 USA	Mengukur DO di dalam air.

Tabel 2. Bahan-bahan penelitian

No	Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Udang vaname	PL 11	Hewan yang diuji.
2.	<i>Sargassum</i> sp.	Pantai Sebalang, Lampung Selatan	Bahan penghasil alginat.
3.	Etanol teknis 96%	Etanol 96%	Sebagai bahan depigmentasi.
4.	HCl 1% dan 10%	E Merck 1.00317.2500	Digunakan pada tahap maserasi.
5.	Sodah ash (Na ₂ CO ₃)	Soda ash	Digunakan untuk mendapatkan alginat.
6.	KCl 0,13 M	KCl MOP	Digunakan untuk pemucatan.
7.	Soda api (NaOH)	Soda Api cap Kuda Bintang	Untuk menetralisasi lautan.
8.	Pakan komersil	-	Untuk pakan hewan uji.
9.	Akuades	-	Sebagai pelarut.
10.	<i>Bovine Serum Albumin</i>	Sigma-Aldrich, USA	Sebagai standar untuk uji TPP.
11.	<i>Reagen Bradford</i>	Merck Protein (Bradford Method) Reagent	Untuk pengujian TPP.

3.3 Rancangan Penelitian

Perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

P1 : Pemberian pakan komersil setiap hari dengan penambahan natrium alginat 120 ml/kg pakan.

P2 : Pemberian pakan komersil dua hari sekali dengan penambahan natrium alginat 120 ml/kg pakan.

P3 : Pemberian pakan komersil tiga hari sekali dengan penambahan natrium alginat 120 ml/kg pakan.

K : Pemberian pakan komersil tanpa penambahan natrium alginat (kontrol)

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Koleksi *Sargassum* sp.

Sampel rumput laut coklat *Sargassum* sp. dikumpulkan dari perairan Lampung yaitu Pantai Sebalang, Tarahan, Lampung Selatan pada Oktober 2021. Rumput laut yang sudah didapatkan, dicuci dengan air tawar dan dikeringanginkan. Rumput laut yang sudah kering kemudian digiling sampai menjadi tepung. Tepung rumput laut tersebut kemudian disimpan pada wadah yang aman dan tidak lembab.

3.4.2 Ekstraksi Natrium Alginat (Sinurat, 2017)

Tepung *Sargassum* sp. direndam dengan HCl 1% sebanyak 2 kali berat sampel selama 60 menit. Kemudian dibilas dengan air bersih yang mengalir dan diekstraksi dengan larutan soda abu (Na_2CO_3 2%), lalu direbus dalam suhu 60°C selama 60 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan menggunakan kain blacu. Padatan disaring dan dipucatkan dengan ditambahkan larutan 0,13 M KCl pada ekstrak dan didiamkan selama 30 menit. Ekstrak tersebut selanjutnya ditambahkan dengan larutan HCl 10% sampai pH 2-3 dan dibiarkan selama 30 menit. Setelah mencapai pH tersebut, larutan dinetralisasi dengan penambahan soda api (NaOH) sampai tercapai pH 7-8.

3.4.3 Persiapan Wadah Penelitian dan Hewan Uji

Penelitian ini dilakukan di tambak udang yang berjumlah 4 kolam dengan ukuran 3.600 m^2 (2 kolam) dan 4.300 m^2 (2 kolam). Kolam yang digunakan yaitu kolam tanah yang dilapisi dengan plastik HDPE (*high density polyethylene*). Sebelum

digunakan tambak telah dibersihkan dan disterilkan terlebih dahulu, selanjutnya tambak diisi dengan air laut yang berasal dari tandon. Sistem aerasi menggunakan kincir untuk meningkatkan ketersediaan oksigen bagi kelangsungan hidup udang vaname. Udang yang digunakan adalah udang PL 11 dengan padat tebar 135 ekor /m² yang didapatkan dari *hatchery* Ayen. Pada proses tebar udang, dilakukan proses aklimatisasi terlebih dahulu untuk penyesuaian suhu air tambak.

3.4.4 Pembuatan dan Pemberian Pakan Uji

Pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersil. Pakan tersebut dicampurkan dengan ekstrak natrium alginat *Sagassum* sp. sebanyak 120 ml/kg pakan. Selanjutnya pakan dikeringkan sampai siap diberikan ke hewan uji. Pemberian pakan perlakuan dilakukan sebanyak 4 kali dalam sehari, yaitu pukul 07.00, 11.00, 15.00 dan 19.00 WIB selama 2 bulan.

3.4.5 Pengambilan Sampel Udang

Pengambilan sampel udang pada penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada hari ke-30, 45, dan 60. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil pada anco pada satu tambak, setiap anco udang yang diambil yaitu sebanyak 8 ekor. Cara pengambilan sampel udang yaitu udang diambil, kemudian diletakkan pada wadah yang berisi air laut.

3.4.6 Pengambilan *Haemolymph*

Pengambilan *haemolymph* dilakukan berdasarkan prosedur Liu dan Chen (2004). Sebelum pengambilan *haemolymph*, jarum dibilas menggunakan larutan antikoagulan (Na Citrat 10%). *Haemolymph* diambil sebanyak 0,1 ml dari ventral sinus pada pangkal ruas tubuh pertama menggunakan *syringe* 1 ml. Kemudian *haemolymph* dimasukkan ke dalam *microtube* yang sudah dibilas dengan antikoagulan dan disimpan dalam *cool box*.

3.5 Parameter yang Diamati

Adapun parameter yang diamati dalam penelitian ini yaitu *total haemocyte count* (THC), total protein plasma (TPP), histologi hepatopankreas, dan kualitas air pemeliharaan yang meliputi suhu, DO, salinitas, dan pH.

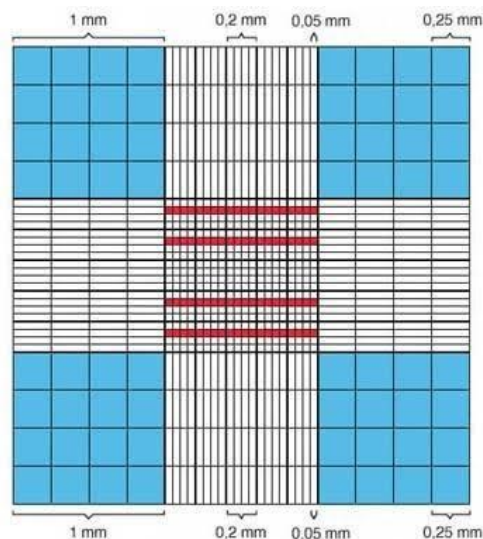
3.5.1 Total Haemocyte Count (THC)

Perhitungan total hemosit berdasarkan prosedur yang telah dilakukan penelitian sebelumnya (Setyawan, 2021). *Haemolymph* segar yang diperoleh (10 μ l) diencerkan menggunakan *phosphate buffer saline* (PBS) (20 μ l), lalu sampel yang telah diencerkan diambil menggunakan mikropipet dan diletakkan di atas permukaan *hemocytometer* pada bilik tengah dan diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x. Perhitungan yang digunakan untuk THC dilakukan dengan prosedur Campa-Courdova (2002) dengan persamaan sebagai berikut :

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

Keeterangan :

FP = Faktor pengenceran



Gambar 5. Kotak pada *haemocytometer*
Sumber : Khan (2012)

3.5.2 Total Protein Plasma (TPP)

Prosedur perhitungan TPP pada udang, dilakukan dengan cara yaitu, *haemolymph* sebanyak 15 μ l di *sentrifuge* 3.500 rpm selama 10 menit, lalu supernatan diambil sebanyak 5 μ l dalam 96 *well microplate* dan ditambahkan 250 μ l *reagen bradfor* dan diinkubasi selama 10 menit. Selanjutnya, pengukuran kadar protein pada panjang gelombang 630 nm (Li *et al.*, 2008) dengan menggunakan spektrofotometer. Standar kadar protein dibuat dengan menggunakan *bovine serum albumin* (BSA).

3.5.3 Histologi Hepatopankreas

Uji histologi hepatopankreas dilakukan dengan cara udang vaname yang telah diambil sampel *haemolymph* dibedah bagian kepala hingga dua ruas perut udang. Setelah itu hepatopankreas diambil dan dimasukkan dalam botol film yang berisi formalin 10% dan direndam selama 24 jam. Selanjutnya larutan diganti menggunakan etanol 70% dan dilakukan pembuatan preparat hepatopankreas. Pembuatan preparat dilakukan di Balai Veteriner Lampung, Kota Bandar Lampung. Pembacaan hasil histologi dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.5.4 Kualitas Air Pemeliharaan

Kualitas air digunakan sebagai data pendukung selama proses penelitian. Pengukuran kualitas air dilakukan di awal dan akhir pemeliharaan udang yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut/ *dissolved oxygen* (DO), dan salinitas.

3.6 Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh pada parameter *total haemocyte count* (THC), total protein plasma (TPP), histologi hepatopankreas, dan kualitas air ditabulasi menggunakan Microsoft Excel 2016 dan dianalisis secara deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Udang vaname (*L. vannamei*) yang diberi suplementasi alginat *Sargassum* sp. memiliki nilai THC dari hari ke-30 sampai 60 berkisar $2,06-8,73 \times 10^6$ sel/ml dan nilai TPP berkisar 101-165 mg/ml, dan hasil histologi hepatopankreas mengalami kerusakan jaringan ringan pada akhir pemeliharaan udang.

5.2 Saran

Direkomendasikan dosis 120 ml/kg pakan dengan pemberian dua hari sekali (P2) karena dapat meningkatkan nilai THC $7,91 \times 10^6$ sel/ml (205%), nilai TPP 165 mg/ml (57%) dan disarankan adanya uji penyimpanan natrium alginat *Sargassum* sp. dalam bentuk cair dan uji lapang pada benur dan lokasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, K. & Kanna, I. 2008. *Budidaya Udang Vanname Secara Intensif, Semi Intensif, dan Tradisional*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 161 hal.
- Anggadiredja, J.T., Zatnika, A., Purwato, H., & Istini, S. 2008. *Rumput Laut, Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Penebar Swadaya. Jakarta. 147 hal.
- Babu, D., Ravuru, J.N.M. 2014. Effect of density on growth and production of *litopenaeus vannamei* of brackish water culture system in summer season with artificial diet in prakasam district, India. *American International Journal of Research in Formal, Applied, and Natural Sciences*. 5(1):10-13.
- Boyd, C.E., Massaut, L. & Weddig, L.J. 1998. Towards reducing environmental impacts of pond. *Aquaculture Info Fish International*. 2(98):27-33.
- Campa-Courdova, A.I., N.Y., Hernaandez-Saavedra, R. De Phillipis, & F. Ascen-
tio. 2002. Generation of superoxide anion and sod activity in haemocytes and muscle of American white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as a response to beta-glucan and respiratory burst activity of turbot phagocytes. *Journal Aquaculture*. 20(229):67-78.
- Cheng, W., Liu, C., Yeh, S., & Chen, J. 2004. The immune stimulatory effect of sodium alginate on the white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish and Shellfish Immunology*. 17(1):41-51.
- Ekawati, A.W., Nursyam, H., Widjayanto, E. & Marsoedi, M. 2012. Diatomae chaetoceros ceratosporum dalam formula pakan meningkatkan respon imun seluler udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). *The Journal of Experimental Life Science*. 2(1):20-28.
- Elovaara, A.K. 2001. *Shrimp Farming Manual Practical Technology for Intensive Commercial Shrimp Production*. Caribbean Press, Ltd and British West Indies. United State of Americ. 121 hal.
- Erniati, Zakaria F.R., Prangdimurti E., & Adawiyah D.R. 2016. Seaweed potential: bioactive compounds studies and its utilization as a functional food product. *Aquatic Sciences Journal*. 3(1): 12-17.

- Esteve, Montserrat, & Herrera, F. C. 2000. Hepatopancreatic alteration in *Litopenaeus Vanname* (Boone, 1939) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) experimentally infected with a *Vibrio alginolyticus* strain. *Journal of Invertebrate Pathology*. 76(1):1-5.
- Fontaine, C. T. & Lighter, D. V. 1974. Observation on phagocytosis and elimination of carmine particle injected into the abdominal musculature of the white shrimp. *Journal of Invertebrata Pathology*. 24(2):11-40.
- Girindra, A. 1989. *Biokimia Patologi*. Institut Pertanian Bogor. 70 hal.
- Guiry, M.D. 2007. Seasonal growth and phenotypic variation in *Poryphyra linearis* (Rhodophyta) populations on the West Coast of Ireland. *Journal of Phycology*. 3(43):90-100.
- Haliman, RW & D. Adijaya, S. 2005. *Udang Vaname*. Penebar Swadaya. Jakarta. 56 hal.
- Hastarina, K. 2011. *Pemanfaatan Rumput Laut Alga Cokelat (Sargassum sp.) sebagai Serbuk Minuman Pelangsing Tubuh*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 47 hal.
- Iriani D. 2004. *Evaluasi Kesesuaian Lahan Pesisir untuk Pengembangan Budi daya Tambak di Kabupaten Purworejo*. [Tesis]. Universitas Diponegoro. Semarang. 87 hal.
- Johanson, MW & Söderhäll K. 1989. Cellular immunity in crustacean and pro system. *Parasitology Today*. 5(6):171-176.
- Kahfi, A. 2013. Penerapan Manajemen Kesehatan Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Desa Hanura dan Desa Seribu Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. Jurusan Budidaya Perairan. Universitas Lampung. 6 hal.
- Kartika, E. 2010. *Ektoparasit dan Struktur Jaringan Kulit, Hati, Ginjal, dan Insang pada Ikan Lele Dumbo (C. gariepinus) yang Terserang Penyakit Kuning*. [Skripsi]. Universitas Diponegoro. Semarang. 70 hal.
- Khan, S., Khan, A., Khattak, FS, & Naseem, A. 2012. An accurate and cost effective approach to blood cell count. *International Journal of Computer Applications*. 50(1):18-24.
- Kitani, H. 1994. Identification of wild post larvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus*, in the pacific coast of Central America. *Fisheries Science*. 60(3):243-247.
- KKP. 2021. Indonesia Sebagai Eksportir Produk Perikanan Dunia Meningkatkan di Masa Pandemi. (<https://kkp.go.id/djpdspkp/artikel/33334-peringkat>-

indonesia-sebagai-eksportir-produk-perikanan-dunia-meningkat-di-masa-pandemi) Diakses tanggal 18 Desember 2021.

- Lama, A. W. H., Darmawati, D., & Wahyu, F. 2019. Optimasi padat tebar terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Ilmu Perikanan*. 9(1):48-52.
- Li, B., Lu, F., Wei, X., & Zhao, R. 2008. Fucoidan: structure and bioactivity. *Review Molecules*. 13(8):671-695.
- Liu, C.H. & Chen, J.C. 2004. Effect of ammonia on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus*. *Fish & Shellfish Immunology*. 7(16):321–334.
- Loy D.S. 2011. *Host-virus Interactions in the Pacific White Shrimp, Litopenaeus vannamei*. [Disertasi]. Iowa State University. USA. p35-50.
- McHugh, D.J. 2003. *A guide to the seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper 441-448*. Food and Agriculture Organization Of The United Nation. Rome:105 hal.
- Nadhif, M. 2016. *Pengaruh Pemberian Probiotik pada Pakan dalam Berbagai Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Surabaya. 97 hal.
- Nursid M, Wikanta T, & Susilowati R. 2013. Aktivitas antioksidan, sitotoksitas dan kandungan fukosantin ekstrak rumput laut coklat dari Pantai Binuangeun, Banten. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 8(1):73-84.
- Ode, I. 2013. Kajian sistem imunitas untuk pengendalian penyakit pada ikan dan udang. *Jurnal Agribisnis Perikanan*. 6(2):41-43.a
- Owens, L. & O'Neill, A. 1997. Use of clinical cell flow cytometry for differential counts of prawn (*Penaeus monodon*) haemocytes. *Diseases of Aquatic Organisms*. 31(15): 147-153.
- Prasetyaningrum, A., & Purbasari, A. 2002. Ekstraksi alginat dari rumput laut dan aplikasinya pada industri. *Reaktor*. 6(2):63-67.
- Pratama, A. F., T. & Susanti, O. 2018. Kajian ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera lam*) sebagai imunostimulan untuk meningkatkan imunitas non spesifik udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur*. 2(2):16-21.
- Putri, A. M., Prayitn, S. B., & Sarjito. 2015. Perendaman berbagai dosis ekstrak daun bakau (*Rhizophora apiculata*) untuk pengobatan kepiting bakau

- (*Scylla serrata*) yang diinfeksi bakteri *Vibrio harveyi*. *Jurnal Manajemen dan Teknologi Akuakultur*. 4(4):141-149.
- Putri, F. M., Sarjito, & Suminto. 2013. Pengaruh penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan buatan terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Manajemen dan Teknologi Akuakultur*. 2(1):102-112.
- Rachmat, R. 1999. *Kandungan dan Karakteristik Fisiko Kimia Alginat dari Sargassum* sp. yang Dikumpulkan dari Perairan Indonesia. *Laboratorium Produk Alam Laut*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta. 9 hal.
- Ridlo, A., & Pramesti, R. 2009. Aplikasi ekstrak rumput laut sebagai agen imunostimulan sistem pertahanan non spesifik pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu Kelautan*. 14(3):133-137.
- Rusmiyati, S. 2008. *Menjala Rupiah Budidaya Udang Vaname*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta. 70 hal.
- Sahrijanna, A, & Early, S. 2017. Variasi waktu kualitas air pada tambak budidaya udang dengan teknologi integrated multitrophic aquaculture (IMTA) di Mamuju Sulawesi Barat. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 8 (16):52 – 57.
- Selvin J., A.J. Huxleya, & A.P. Lipton. 2004. Immunomodulatory potential of marine secondary metabolites against bacterial diseases of shrimp. *Journal Aquaculture*. 3(230) : 241–248.
- Setyawan, A., Supono, Yesica, B.S, Siti, H. & Fidyandini, H. P. 2021. *Suplementasi Kalsium Alginat Sargassum* sp. dari Perairan Lampung untuk Memicu Respon Imun *Panaeus vannamei*. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Lampung. 78 hal.
- Sinurat, Ellya. 2017. *Karakteristik Na-Alginat dari Rumput Laut Cokelat Sargassum crassifolium dengan Perbedaan Alat Penyaring*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Daya Saing Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 17 hal.
- Smith, V. J., Brown, J. H., & Hauton, C. H. 2003. Immunostimulation in crustaceans: does it really protect against infection. *Fish & Shellfish Immunology*. 2(15):71-90.
- Soegianto, A., Adiani N. P., & Winarni, D. 2004. Pengaruh pemberian kadmium terhadap tingkat kelangsungan hidup dan kerusakan struktur insang dan hepatopankreas pada udang regang (*Macrobrachium sintangense* (de man)). *Berkala Penelitian Hayati*. 10:59-66.

- Standar Nasional Indonesia. 2014. *Udang Vaname (Litopenaeus vannamei, Boone 1931) Bagian 1 : Produksi Induk Model Indoor*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional : SNI 8037-1-2014.
- Sukenda, Prasetyo, R., & Widanarni. 2015. Efektivitas sinbiotik dengan dosis berbeda pada pemeliharaan udang vaname di tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 14(1):1-8.
- Supriatna, Muhammad, M., & Kusriana. 2020. Hubungan pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Penelitian Perikanan dan Kelautan*. 4(3):368-374.
- Van de Braak, K. 2002. *Hemocytic Defence In Black Tiger Shrimp (Penaeus monodon)*. [Disertasi]. Wageningen Institute of Animal Source Science. Wageningen University. Wageningen. Netherlands. 132 hal.
- Van de Braak, C.B., Botterblom, M.H., Huisman, E.A., Rombout, J.H. & van der Knaap, W.P. 2002. Preliminary study on haemocyte response to white spot syndrome virus infection in the black tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Diseases of Aquatic Organisms*. 51(12):149–155.
- Van de Braak K., Faber F. and Boon J.H.1996. Cellular and humoral characteristics of *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) haemolymph. *Comp Haematol Internat*. 6(14):194-203.
- Wei, X., Liu, X., Yang, J., Fang, J., Qiao, H., Zhang, Y. & Yang, J. 2012. Two C-type lectins from shrimp *Litopenaeus vannamei* that might be involved in immune response against bacteria and virus. *Fish & Shellfish Immunology*. 32(1):132-140.
- Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi: Edisi Terbaru*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 160 hal.
- Witteveldt, J., Cifuentes, C. C., Vlak, J. M., & Van Hulst, M. C. 2004. Protection of *Penaeus monodon* against white spot syndrome virus by oral vaccination. *Journal of virology*. 78(4):2057-2061.
- Wyban, J.A., & Sweeney, J.N. 1991. *Intensive shrimp production technology*. The Oceanic Institute. Honolulu, Hawaii, USA. 14 hal.
- Wyban, J.A. & Sweeney, J.N. 2000. *Intensive shrimp production technology*. The Oceanic Institute. Honolulu, Hawaii, USA. 20 hal.
- Yeh., Chunhong, Z., Yi, S., Xin Z., Jun, L., Qiuhui, H., & Xiaoxiong, Z. 2009. Antioxidant activities in vitro of ethanol extract from brown seaweed *Sargassum pallidum*. *European Food Research Technology*. 230:101-109.

- Yhonita, E. 2020. *Dampak Krisis Global Terhadap Dinamika Struktur Perekonomian Sektor Perikanan Indonesia*. [Tesis]. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember. 112 hal.
- Yudiati, E. 2016. Ekspresi gen dan laju sintasan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang tersuplementasi dengan alginat secara oral untuk resistensi penyakit *white spot syndrome virus*. *Buletin Oseanografi Marina*. 5(2): 135-142.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Ayuningtyas, Triyanto, & C.R. Handayani. 2016. Innate immunestimulating and immune genes up-regulating activities of three types of alginate from *Sargassum siliquosum* in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology*. 5(54):46-53.
- Zhanjiang, F. 1990. *Training Manual of Gracilaria Culture and Seaweed Processing in China*. Regional Seafarming Development and Demonstration Project. China. 65 hal.