

**PENINGKATAN RESPON IMUN NONSPESIFIK UDANG VANAME  
*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DENGAN SUPLEMENTASI  
PAKAN NATRIUM ALGINAT *Sargassum* sp. DARI PANTAI BIHA  
PESISIR BARAT LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**RIANA**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2020**

## **ABSTRACT**

### **ENHANCING NON-SPECIFIC IMMUNE RESPONSE OF PACIFIC WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) WITH DIETARY SUPPLEMENTATION OF SODIUM ALGINAT *Sargassum* sp. FROM BIHA COASTAL BEACH, PESISIR BARAT LAMPUNG**

**By**

**Riana**

This study aims to determine the effectiveness of oral administration of sodium (Na) alginate *Sargassum* sp. from Biha Coastal, Pesisir Barat, Lampung to enhance the non-specific immune response of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). This study used a completely randomized design with 3 treatments, namely feeding without alginate supplementation (A) or control, dietary Na alginate *Sargassum* supplementation at a dose of 2.0 g / kg of feed (B), and 4.0 g / kg of feed (C), each with four replications, for 14 days. Sodium alginate was extracted from *Sargassum* sp. and coated in a commercial feed with binder (Progol). Total 120 shrimp ( $\pm 18\text{g}$ ) with a density of 10 shrimp/ container was used in this study. Hemolymph sampling was performed on days 0, 7 and 14 to observe the parameter of shrimp hematology included *total haemocyte count* (THC), *phagocytocyte activity* (PA), *phagocytic index* (PI), and total plasma protein (TPP). The hepatopancreas histology profile and water quality were observed at the end of treatment. Data were analyzed by Anova at 95% of confidence interval and continued with Duncan test. Result showed that the supplementation of Na alginat from *Sargassum* sp. significantly enhance several shrimp immune response namely THC, PA, and TPP. Meanwhile, the histology of the hepatopancreas of both shrimp treatment and control showed not significantly effect on tissue damage. The water quality was still in normal condition during the treatment. The results of this study indicate that the application of *Sargassum* alginate supplementation at a dose of 2gr / kg of feed is the best treatment to enhance the immune response of Pacific white shrimp.

**Keyword:** *Litopenaeus vannamei*, Sodium Alginate, nonspecific immune response, *Sargassum* sp., Supplementation.

## **ABSTRAK**

### **PENINGKATAN RESPON IMUN NONSPESIFIK UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DENGAN SUPLEMENTASI PAKAN NATRIUM ALGINAT *Sargassum* sp. DARI PANTAI BIHA PESISIR BARAT LAMPUNG**

**Oleh**

**Riana**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemberian natrium alginat *Sargassum* sp. secara oral dari Pantai Biha, Pesisir Barat, Lampung untuk meningkatkan respon imun non-spesifik udang putih pasifik (*Litopenaeus vannamei*). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan, yaitu pemberian pakan tanpa suplementasi alginat (A) atau kontrol, suplementasi pakan Na alginat *Sargassum* dengan dosis 2,0 g / kg pakan (B), dan 4,0 g / kg pakan (C), masing-masing dengan empat ulangan, selama 14 hari. Sodium alginat diekstraksi dari *Sargassum* sp. dan meluncur dalam pakan komersial dengan pengikat (Progol). Total 120 udang ( $\pm$  18g) dengan kepadatan 10 udang / kontainer digunakan dalam penelitian ini. Pengambilan sampel hemolimf dilakukan pada hari ke 0, 7 dan 14 untuk mengamati beberapa parameter hematologi udang meliputi *total haemocyte count* (THC), aktivitas fagositosis (AF), indeks fagositosis (IF), dan total plasma protein (TPP). Profil histologi hepatopankreas dan kualitas air diamati pada akhir pemeliharaan. Data dianalisis dengan Anova pada selang kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil menunjukkan bahwa suplementasi Na alginat dari *Sargassum* sp. secara signifikan meningkatkan beberapa respon imun udang yaitu THC, AF, dan TPP. Sedangkan histologi hepatopankreas perlakuan dan kontrol udang tidak berpengaruh nyata terhadap kerusakan jaringan. Kualitas air masih dalam kondisi normal selama perlakuan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi suplementasi *Sargassum* alginat dengan dosis 2gr / kg pakan merupakan perlakuan terbaik untuk meningkatkan respon imun udang vaname.

**Kata kunci:** *Litopenaeus vannamei*, Natrium alginat, Respon imun nonspesifik, *Sargassum* sp., Suplementasi.

**PENINGKATAN RESPON IMUN NONSPESIFIK UDANG VANAME  
*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DENGAN SUPLEMENTASI  
PAKAN NATRIUM ALGINAT *Sargassum* sp. DARI PANTAI BIHA  
PESISIR BARAT LAMPUNG**

**Oleh**

**RIANA**

**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  
2020**

Judul Skripsi

: **PENINGKATAN RESPON IMUN NONSPESIFIK UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) DENGAN SUPLEMENTASI PAKAN NATRIUM ALGINAT *Sargassum sp.* DARI PANTAI BIHA PESISIR BARAT LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

: **Riana**

No. Pokok Mahasiswa : **1514111021**

Program Studi

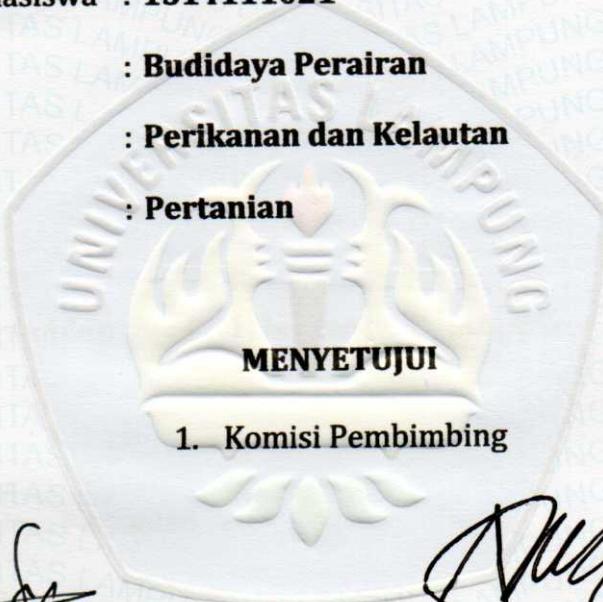
: **Budidaya Perairan**

Jurusan

: **Perikanan dan Kelautan**

Fakultas

: **Pertanian**



**1. Komisi Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus Setyawan'.

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Supono'.

**Dr. Supono, S.Pi., M.Si.**  
NIP 19701002 200501 1 002

**2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Indra Gumay Yudha'.

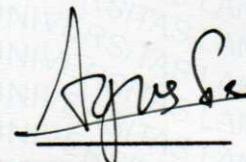
**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**  
NIP 19700815 199903 1 001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Pengaji

Ketua

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



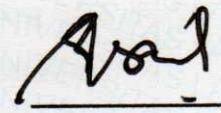
Seketaris

: Dr. Supono, S.Pi., M.Si.



Pengaji  
Bukan Pembimbing

: Esti Harpeni S.T., MAppSc.



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Oktober 2020**

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis, skripsi/laporan akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana/Ahli Madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari 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 dalam naskah dengan naskah yang disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila 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 yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Bandar Lampung, 13 November 2020  
Yang Membuat Pernyataan,



Riana  
NPM. 1514111021

## **LEMBAR KHUSUS**

Penelitian ini merupakan bagian dari Hibah Penelitian Dasar BLU Universitas Lampung Tahun 2020 No. 1381/UN26.21/PN/2020 a.n Ir. Siti Hudaidah, MSc.

## **RIWAYAT HIDUP**



Penulis dilahirkan di Mesuji pada tanggal 29 Februari 1996 sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Sutarjo dengan Ibu Sujati. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak (TK) Darmawanita yang diselesaikan pada tahun (2001-2003), dilanjutkan ke Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Taman Cari diselesaikan pada tahun (2003-2009), Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Purbolinggo diselesaikan pada tahun (2009-2012), dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Purbolinggo diselesaikan pada tahun (2012-2015). Penulis melanjutkan pendidikan kejenjang S1 di Program Studi Budidaya Perairan Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian (FP) Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur Undangan pada tahun 2015.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota bidang Pengembangan Masyarakat pada Tahun 2016-2017 dan 2017-2018. Selain itu penulis juga sebagai anggota di Unila Archery Club 2019-2020. Penulis telah melakukan kegiatan Praktik Umum (PU) di Balai Riset Pemuliaan Ikan (BRPI)

Sukamandi, Subang, Jawa Barat dengan judul “Pembenihan Ikan Mas Mustika (*Cyprinus carpio*) Di Balai Riset Pemulian Ikan (BRPI) Sukamandi, Subang, Jawa Barat” bulan Juli-Agustus 2018. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bandar Dalam, Kecamatan Negeri Agung, Kabupaten Way Kanan” selama 40 hari yaitu pada bulan Januari-Februari 2019.

Penulis melakukan penelitian akhir pada bulan Desember-Februari 2020, bertempat di Tambak Batu Payung-Tarahan, Lampung Selatan dan Laboratorium Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan judul **“Peningkatan Respon Imun Nonspesifik Udang Vaname *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dengan Suplementasi Pakan Natrium Alginat *Sargassum* sp. dari Pantai Biha, Pesisir Barat Lampung”**.

## ***PERSEMBAHAN***

**Bismillahirrahmanirrohim**

**Dengan penuh rasa syukur kupersembahkan Skripsi ini kepada:**

Bapak Sutarjo dan Ibu Sujati

Orang tua ku yang sangat kusayang dan cintai atas semua pengorbanan dan setiap tetes keringat serta do'a demi mengahantarkan putrimu dalam mencapai gelar sarjana ini

Kakakku Untung Iswanto dan istri Binti Maesaroh, Dwi Susilo dan adikku Junianto yang selalu mendoakan, mensupport, membimbing, mengerti dan mengalah dengan kebutuhanku selama ini

*Keluarga besar dan kerabat yang senantiasa hadir disetiap langkah dalam perjalananaku, terimakasih atas setiap do'a dan dukungannya*

*“Almamater Tercinta Universitas Lampung”*

## *MOTTO*

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

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka  
mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri  
(Q.S. Ar Ra'd : 11)

*Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan  
yang memberi manfaat  
(Imam Syafi'i)*

All our dreams can come true, if have the courage to pursue them  
(Walt Disney)

Kebahagian tak melulu soal siapa yang lebih dulu menuju garis finish, tapi  
melihat dari prosesnya  
(Riana)

*Berjuang pada tahap akhir, berasa ingin menyerah, tapi  
ingat orang tua yang selalu menunggu kabar selesai, mampu  
memberikan semangat kembali untuk bangkit dan berjuang  
menyelesaikan skripsi ini  
(Riana)*

## **SANWACANA**

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, atas kelimpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan, kekuatan dan kemudahan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi. Skripsi dengan judul “Peningkatan Respon Imun Nonspesifik Udang Vannamei *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) dengan Suplementasi Pakan Natrium Alginat *Sargassum* sp. dari Pantai Biha, Pesisir Barat Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, dukungan, saran, dan motivasi sehingga proses penyelesaian skripsi berjalan dengan sebaik-baiknya.
4. Bapak Dr. Supono S.Pi., M.Si., Selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan saran dan masukkan selama penelitian sehingga mempermudah proses penyelesaian skripsi.

5. Ibu Esti Harpeni S.T., MAppSc., selaku penguji utama pada ujian skripsi.

Terima kasih atas masukan dan saran-saran dalam penyelesaian skripsi ini.

Dan terimakasih ibu sudah menjadi pembimbing akademik sebelum di ganti.
6. Bapak Wardiyanto, S.Pi., M.P. selaku Pembimbing Akademik Terimakasih  
sudah menjadi pembimbing akademik di semester akhir.
7. Jajaran dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian,  
Universitas Lampung, terima kasih sudah banyak berbagi ilmu dan membantu  
demi kelancaran kegiatan perkuliahan dan penelitian.
8. Kedua Orang tuaku yang tercinta, untuk setiap curahan kasih sayang, doa,  
motivasi, materi, dan tetesan keringat yang selalu menjadi semangat dalam  
setiap langkah kakiku serta yang menjadi motivasi terbesar dalam hidupku.  
Terima kasih atas semua do'a dan pengorbanan yang tiada henti mengalir.
9. Kakakku Untung Iswanto dan istri Binti Maesaroh, Dwi Susilo dan adikku  
Junianto yang selalu mendoakan, mensupport, membimbing, mengerti dan  
mengalah dengan kebutuhanku selama ini.
10. Keluarga besar Alm Mbah Mardi Sentono dan Alm Pawiro Panggih yang  
selalu memberikan dukungan dan semangat serta bantuan demi kelancaran  
pencapaian ini.
11. Teman seperjuangan penelitiaku Aji Hendarko, Ervi Nurwidyawati, Harsi  
Dwi Widyastuti, Idham Khalid, Linda Permata Hati, Kiki Indah Lestari,  
Yesica Bella.
12. Sahabat-sahabatku Melina, Triga, Iqlima, Etika, Putri Purnama, dan Lilin  
yang selalu ada dalam segala kondisi.

13. Teman-teman terbaikku Yuke, Endayani, Ajeng, Sakinah, Azkha, Anggun, Novi, serta teman-teman seperjuangan Aquaculture 2015, terima kasih atas bantuan, kebersamaan, semua canda tawa, duka bersama, dan pengalaman selama menempuh pendidikan ini, kiyay dan atu 2014, serta adik-adik.
14. Teman KKN 2019, Asila, Dwi, Irfan, Karvien, Ryan Ramadhan, dan Viona.
15. Bapak Mulyono selaku teknisi Tambak Batu Payung, Tarahan yang telah membantu menyediakan tempat selama penelitian pemeliharaan udang vaname dan memberikan banyak ilmu dilapangan mengenai tambak udang.
16. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya.

Semoga Allah memberkahi dan memberikan balasan atas kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memambah wawasan bagi pembaca.

Bandar Lampung, 13 November 2020  
Penulis

Riana

## **DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xx
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xxii
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xxvi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan Penelitian . .....	4
C. Manfaat Penelitian .....	4
D. Kerangka Pemikiran.....	4
E. Hipotesis Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Udang Vaname.....	7
1. Biologi Udang Vaname .....	7
2. Habitat Udang Vaname.....	8
3. Sejarah atau Asal Usul Udang Vaname .....	10
4. Siklus Hidup.....	11
5. Sifat atau Karakter Khusus Udang Vaname .....	13
B. Sistem Imun Krustasea .....	13
1. Humoral .....	14
2. Seluler .....	14
3. <i>Physical barriers</i> .....	15

4. Enzimatis.....	15
C. Imunostimulan .....	16
D. <i>Sargassum</i> sp. .....	17
E. Natrium (NA) Alginat.....	21

### **III. METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat.....	25
B. Alat dan Bahan.....	25
C. Rancangan Penelitian.....	29
D. Prosedur Penelitian .....	30
1. Koleksi <i>Sargassum</i> sp. .....	30
2. Ekstraksi Na-Alginat dengan EDTA (Jork <i>et al.</i> , 2000).....	30
3. Persiapan wadah hewan uji .....	31
4. Pelaksanaan penelitian .....	31
5. Pengambilan <i>Hemolymph</i> .....	31
E. Respon Imun Nonspesifik Udang .....	32
1. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	32
2. Aktifitas Fagositosit/Indeks Fagositosit (AF/IF) .....	33
3. Total Protein Plasma (TPP) .....	34
4. Histologi Hepatopankreas .....	34
F. Kualitas Air Pemeliharaan .....	34
G. Analisa data.....	35

### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil .....	36
1. Rendemen Natrium Alginat <i>Sargassum</i> sp. .....	36
2. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) .....	37
3. Aktivitas Fagositosit (AF) .....	40
4. Indeks Fagositosis (IF) .....	43
5. Total Protein Plasma (TPP).....	45
6. Histopatologi Hepatopankreas .....	48
7. Kualitas Air .....	49

B. Pembahasan Umum .....	50
--------------------------	----

## **V. PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	57
B. Saran .....	57

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	58
-----------------------------	----

<b>LAMPIRAN</b> .....	71
-----------------------	----

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Alat-alat Penelitian .....	25
2. Bahan-bahan Penelitiae .....	28
3. Kualitas Air Media Pemeliharaan Udang Vaname .....	50

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	6
2. Morfologi Udang Vaname .....	8
3. Siklus Hidup Udang Vaname.....	13
4. <i>Sargassum</i> sp. .....	20
5. Struktur Molekul Alginat pada beberapa Tipe Blok M dan G.....	23
6. Struktur Sodium Alginat .....	24
7. Tata Letak Penelitian .....	29
8. Kotak pada <i>Haemocytometer</i> (bilik tengah, 25 kotak kecil).....	33
9. <i>Total Hemocyte Count (THC)</i> Udang Vaname.....	37
10. Aktivitas Fagositosit (AF) Udang Vaname.....	41
11. Indeks Fagositosis (IF) Udang Vaname.....	44
12. Total Protein Plasma (TPP) .....	46
13. Histopatologi Hepatopankreas .....	48

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Pakan Penelitian.....	72
2. Cara membuat Bahan Ekstraksi .....	72
3. Cara Ekstraksi Natrium alginat (Jork <i>et al.</i> , 2000) .....	74
4. Pembuatan Larutan.....	75
5. Pengambilan Hemolim dan pengamatan THC.....	77
6. Uji TPP.....	78
7. Data Hasil Uji SPSS.....	79

## **DAFTAR ISTILAH**

- Aklimatisasi : Penyesuaian fisiologis terhadap perubahan salah satu faktor lingkungan.
- Aktivitas Fagositosis : perbandingan sel hemosit yang aktif memfagosit antigen yang masuk kedalam tubuh dengan jumlah keseluruhan sel hemosit.
- Alginat : Polisakarida alam yang umumnya terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga cokelat (*Phaeophyta*).
- Anti koagulan : Golongan obat yang dipakai untuk menghambat pembekuan darah.
- Antibiotik : Zat kimia yang dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme, bakteri tertentu, fungsi dan aksinomisetat yang dalam kadar rendah sudah mempunyai kemampuan untuk menghambat pertumbuhan atau menghancurkan bakteri atau berbagai mikroorganisme yang lain.
- Antigen : Zat yang merangsang imunitas sehingga terbentuk antibodi, antigen biasanya berupa protein atau polisakarida, tetapi dapat juga berupa molekul lainnya.
- Antigen presenting cell* : sel asing yang menampilkan antigen kompleks dengan major histocompatibility complex (MHC) pada permukaannya. Sel ini memproses antigen dan menyajikan untuk T-sel.
- Antioksidan : Molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain
- Bioaktif : Senyawa kimia seperti vitamin dan mineral yang menghasilkan aktivitas biologi dalam tubuh

- Dissolved Oxygen* : kandungan oksigen terlarut dalam air.
- Ekstraksi** : Suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda. Biasanya air dan yang lainnya pelarut organik.
- Fagosit** : sel yang dapat memakan atau menelan material padat atau antigen yang masuk kedalam tubuh organisme.
- Fagositosis** : Suatu proses atau mekanisme di mana sel fagosit menelan atau menggulung sel-sel asing baik yang bersifat patogen ataupun sel-sel tubuh yang telah mati atau sekarat.
- Haemocytometer** : Alat yang digunakan untuk memeriksa dan menghitungberapa banyak jumlah sel darah.
- Hemolim** : Cairan yang digunakan dalam invertebrata untuk keperluan sirkulasi, mengandung komponen yang memenuhi fungsi-fungsi darah / getah bening.
- Hemosit** : Sel darah udang yang memiliki fungsi sama seperti sel darah putih (leukosit) pada hewan vertebrata yang dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu sel hyaline, semigranular dan granular.
- Histologi** : Ilmu yang mempelajari tentang struktur jaringan atau disebut juga ilmu anatomi mikroskopis.
- Histopatologi** : Ilmu yang mempelajari fungsi dan jaringan dalam dalam diagnosis penyakit.
- Imun** : Sel-sel dan banyak struktur biologis lainnya yang bertanggung jawab atas imunitas.
- Imun nonspesifik** : Sistem imun bawaan yang secara nonselektif mempertahankan tubuh dari benda asing atau antigen apapun jenisnya, bahkan meskipun baru pertama kali terpapar.

Imunitas	: Daya tahan tubuhuntuk melawan penyakit atau substansi asing yang masuk kedalam tubuh.
Imunostimulan	: Bahan yang dapat meningkatkan kerja komponen-komponen sistem imun.
Indeks Fagositosis	: kemampuan sel fagosit untuk memfagosit antigen atau bakteri yang masuk kedalam tubuhnya.
<i>Lipopolsakarida (LPS)</i>	: komponen utama membran terluar bakteri
Moultting	: Proses pergantian kulit yang kompleks dan dikendalikan oleh hormon-hormon tertentu dalam tubuh dalam jangka waktu tertentu.
<i>Nuclear factor κB</i>	: faktor transkripsi yang berperan dalam mengatur respon seluler terhadap rangsangan seperti stress, sitokonia, radikal bebas, logam berat, iradiasi ultraviolet, LDL yang teroksidasi dan bakteri atau virus (antigen). Peran kunci dalam respon imun terhadap infeksi rantai ringan κ adalah komponen penting imunoglobulin.
Oral	: Segala sesuatu yang berhubungan dengan mulut.
<i>Pattern recognition proteins</i>	: memiliki peran penting dalam respon imun bawaan dengan mengenali pola molekular terkait patogen dan struktur molekul esensial yang diperlukan untuk kelangsungan hidup patogen.
<i>Pattern Recognition Receptors</i>	: protein yang berikatan langsung dengan molekul dari patogen dan memiliki peran mendasar dalam mengenali patogen dan memulai respon imun.
Proliferasi	: fase sel yang mengalami pengulangan siklus sel tanpa hambatan
Profilaksis	: peningkatan sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit, yang dapat dipicu dengan pemberian imunostimulan

<i>Prophenoloxidase</i>	: pro-enzim inaktif yang disimpan dan di produksi oleh hemosit (semigranular dan granular), aktivasi proPO menjadi PO melibatkan enzim proPO activatyng system yang diaktifkan $\beta$ -glukan, peptidoglikan dan LPS. <i>Prophenoloxidase</i> memiliki peran penting dalam respon imun krustasea yang sering disertai dengan melanisasi (proses penyembuhan)
Respon imun	: Respons kolektif dan terkoordinasi dari sistem imun tubuh terhadap pengenalan zat asing.
Sistem Imun	: Sistem yang membentuk kemampuan tubuh untuk melawan btit penyakit dengan menolak benda asing yang masuk ke tubuh agar terhindah penyakit. Terdiri dari sistem imun bawaan ( <i>Innate</i> ) bersifat nonspesifik dan sistem imun adaptif bersifat spesifik.
<i>Superoxide dismutase</i>	: Anti oksidan endogen yang berfungsi mengatalis reaksi dismutase radikal bebas anion superoksid
Suplementasi	: Produk yang digunakan untuk melengkapi makanan, mengandung satu atau lebih bahan berikut yaitu vitamin, mineral, tumbuhan atau bahan yang digunakan untuk meningkatkan Angka Kecukupan Gizi (AKG).
<i>Toll-like receptors</i>	: protein yang memainkan peran kunci dalam sistem kekebalan bawaan (alamiah).
<i>Total Hemocyte Count</i>	: jumlah sel hemosit yang terdapat pada udang (sel/mm <sup>3</sup> ).
Total protein plasma	: hasil uji laboratorium yang mengukur jumlah protein pada plasma
Vaksin	: Antigen yang berasal dari jasad patogen yang telah dimatikan untuk meningkatkan sistem kekebalan terhadap suatu penyakit

## DAFTAR SINGKATAN

AF	: <i>Aktivitas Fagositosis</i>
APC	: <i>Antigen presenting cell</i>
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i>
EDTA	: <i>Ethylenediaminetetraacetic acid</i>
IF	: <i>Indeks Fagositosis</i>
IHHNV	: <i>Infectious Hypodermal Hematopoietic Necrosis Virus</i>
LPS	: <i>Lipopolysakarida</i>
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	: <i>Natrium Karbonat</i>
NFκB	: <i>Nuclear factor κB</i>
NLRs	: <i>NOD-like receptors</i>
PO	: <i>Phenoloksidase</i>
proPO	: <i>Prophenoloxidase</i>
PRP	: <i>Pattern recognition proteins</i>
PRR	: <i>Pattern Recognition Receptors</i>
RDS	: <i>Runt Deformity Syndrome</i>
RLRs	: <i>RIG-I-like receptors</i>
THC	: <i>Total Haemocyte Count</i>
THC	: <i>Total Hemocyte Count</i>
TLRs	: <i>Toll-like receptors</i>
TPP	: Total protein plasma
TPP	: Total Protein Plasma
TSV	: <i>Taura syndrome virus</i>
WSSV	: <i>White Spot Syndrome Virus</i>
SOD	: <i>Superoxide dismutase</i>

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan dalam sektor perikanan budidaya (Sukenda *et al.*, 2015). Hal tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya produksi udang. Produksi udang nasional di tahun 2017 masih didominasi oleh udang vaname yaitu mencapai 70%, dimana dari 642.000 ton produksi udang nasional sebesar 488.019 ton merupakan udang vaname (KKP, 2018). Peningkatan udang ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi di pasar domestik maupun global dan memenuhi permintaan pasar akan udang vaname yang dapat memberikan dampak positif terhadap perkembangan sistem budidaya vaname dari sistem tradisional sampai sistem intensif. Semakin berkembang sistem budidaya maka padat tebar yang digunakan semakin meningkat.

Namun dalam aplikasi di lapangan, proses budidaya dengan sistem intensif sering menimbulkan berbagai masalah. Sistem intensif ini seperti proses pemeliharaan harus memperhatikan aspek internal yang meliputi asal dan kualitas benih, serta faktor eksternal mencakup kualitas air budidaya, pemberian pakan, teknologi yang digunakan, serta pengendalian hama dan penyakit (Haliman & Adijaya, 2005).

Kegagalan produksi udang vaname adalah buruknya kualitas air selama masa

pemeliharaan, terutama pada tambak intensif. Padat tebar yang tinggi dan pemberian pakan yang banyak dapat menurunkan kondisi kualitas air. Penurunan kualitas air juga dapat menyebabkan udang rentan terhadap berbagai jenis penyakit yang pada akhirnya dapat mengakibatkan kematian massal dan penurunan produksi udang (Yuniasari, 2009). Dengan demikian dibutuhkan suatu cara untuk menanggulangi penyakit yang efektif dan efisien pada udang sehingga produksi udang dapat terus ditingkatkan.

Salah satu solusi yang sudah ada yaitu antibiotik, probiotik, prebiotik, dan sinbiotik dapat meningkatkan pertumbuhan, kelangsungan hidup, respon imun dan resistansi udang (Zhang *et al.* 2012, Zokaeifar *et al.* 2012, Arisa *et al.* 2015, Nurhayati *et al.* 2015, Febrianti *et al.* 2016). Namun kelemahan dari solusi antibiotik dan probiotik yaitu dari sisi pelaksanaan, tidak aplikatif, masih menggunakan bahan-bahan dari luar. Sehingga diperlukan usaha alternatif lain yaitu imunostimulan, bahan yang sudah dipakai untuk imunostimulan adalah  $\beta$ -glukan dan lipopolisakarida (LPS) atau sel bakteri yang telah dimatikan (Smith *et al.*, 2003), fucoidan sebagai antibakteri, antioksidan dan respon imun (Rahma *et al.*, 2015) dan alginat (Yudiaty *et al.*, 2016).

Alginat merupakan senyawa heteropolisakarida dari hasil pembentukan rantai monomer *mannuronic acid* (asam poly-D-mannuronat) dan *guluronic acid* (asam poly-L-guluronat) dari dinding sel yang banyak dijumpai pada alga cokelat (*Phaeophyta*) (Basmal *et al.*, 2012; Sinurat & Agustina 2012). Salah satu sumbernya adalah rumput laut dari jenis *Sargassum* sp. (Ridlo & Pramesti, 2009).

*Sargassum* sp. adalah jenis rumput laut di perairan tropis yang terkenal tumbuh di daerah intertidal, subtidal, sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus keras. *Sargassum* sp. mempunyai kandungan nutrisi yang tinggi terutama protein dan mineral. Di samping protein dan mineral, ekstrak *S. duplicatum* mengandung alkaloid, triterpenoid, steroid, saponin, fenol, flavonoid dan kuinon (Putranti, 2013). Firdaus (2013) menyatakan bahwa rumput laut coklat memiliki komponen aktif berupa senyawa fenol yang berpotensi sebagai antioksidan karena mampu memberikan pasangan elektron pada elektron bebas sehingga radikal bebas dapat sdiredam. *Sargassum* sp. di perairan tropis terkenal sangat melimpah serta memiliki banyak manfaat (Pakidi, 2017).

Manfaat *Sargassum* sp. sebagai bahan alami yang dapat menjadi imunostimulan untuk pencegahan penyakit pada udang. *Sargassum* sp. memiliki bioaktivitas sebagai biofertilizer (Erulan *et al.*, 2009), antibakteri (Devi *et al.*, 2012; Alamsyah *et al.*, 2014), antitumor (Zandi *et al.*, 2010; Ale *et al.*, 2011), antikanker (Thinh *et al.*, 2013), antifouling (Bazes *et al.*, 2009), antivirus (Sivagnanavelmurugan *et al.*, 2012), antimikroba (Liu *et al.*, 2012), antiinflamasi (Dar *et al.*, 2007), antioksidan (Firdaus, 2013), dan Imunostimulan (Ghaednia *et al.*, 2011; Isnansetyo *et al.*, 2014; Setyawan *et al.*, 2018; Yudiaty *et al.*, 2016; 2019).

Imunostimulan merupakan suatu zat yang sering digunakan untuk meningkatkan sistem ketahanan tubuh udang. Imunostimulan yang terdapat dalam *Sargassum* memiliki kandungan seperti natrium alginat, kalsium alginat, asam alginat dan fucoidan. Penelitian saya ini menggunakan natrium alginat karena metode

ekstraksinya lebih mudah (Jork *et al.*, 2000), hasil rendemen lebih banyak dan viskositasnya lebih tinggi (Mushollaeni & Rusdiana, 2011).

Namun saat ini belum ada kajian Na alginat *Sargassum* yang dikoleksi dari Perairan Lampung. Oleh karena itu penting untuk mengkaji potensi bioaktivitas alginat dari *Sargassum* non spesies Perairan Lampung untuk memicu respon imun udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

### **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui efektivitas pemberian Natrium alginat *Sargassum* sp. dari Pantai Biha Pesisir Barat Lampung terhadap peningkatan respon imun nonspesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

### **C. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini yaitu untuk memberikan informasi tentang aplikasi cara meningkatkan sistem imun nonspesifik pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). dengan Natrium alginat dari alga coklat *Sargassum* sp.

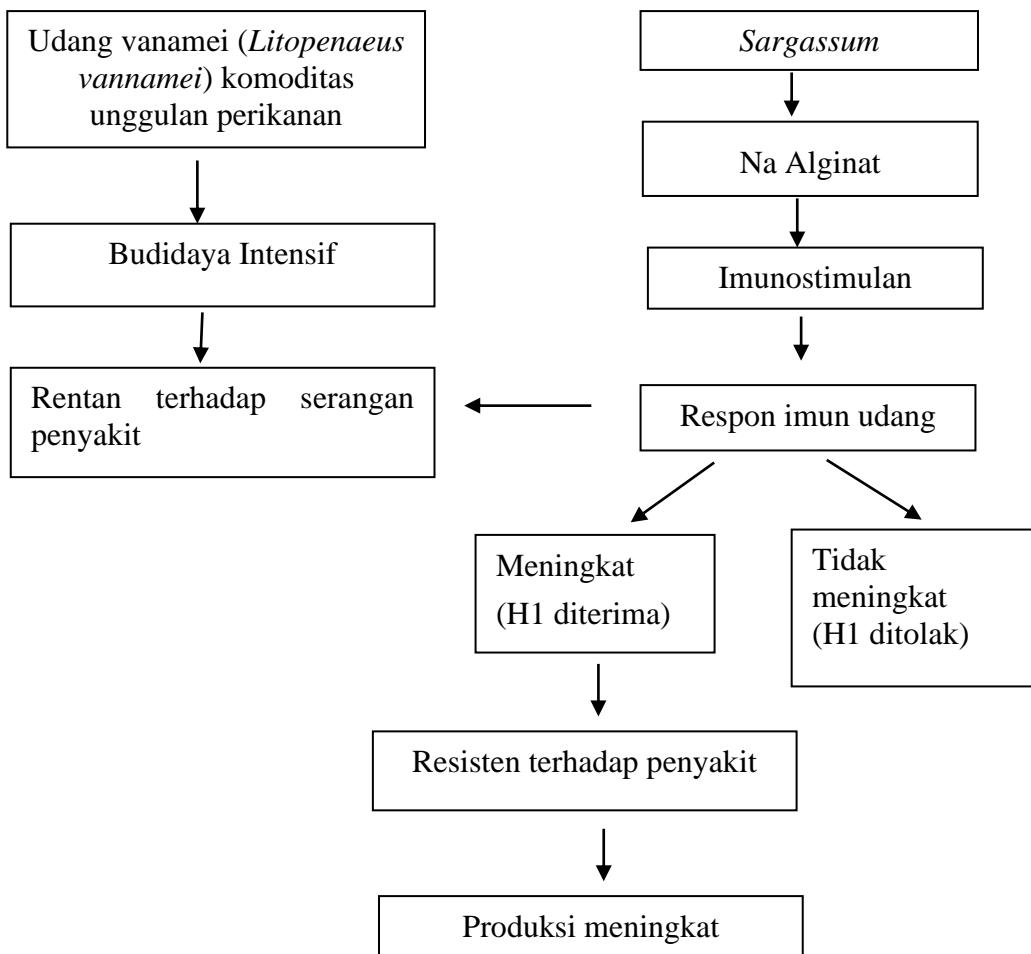
### **D. Kerangka Pemikiran Penelitian**

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan yang permintaannya terus meningkat. Dalam memenuhi permintaan tersebut dilakukan peningkatan produksi dengan padat tebar tinggi pada sistem budidaya secara intensif. Namun penggunaan sistem padat tebar tinggi tersebut sering menimbulkan masalah, salah satunya adalah serangan

penyakit (bakteri, parasit, virus, dan jamur) dalam budidaya udang. Munculnya penyakit disebabkan karena respon imun nonspesifik udang vanname yang lemah.

Salah satu solusi yang dapat menanggulangi dan mencegah penyakit udang adalah dengan menggunakan bahan alami seperti alga cokelat *Sargassum* sp. *Sargassum* sp. banyak tumbuh dan hidup di daerah tropis dan sub tropis. *Sargassum* sp. mengandung alginat. Alginat merupakan polisakarida yang diperoleh dari rumput laut alga cokelat dan berperan sebagai komponen penguat dinding sel dengan kandungan yang melimpah dan dapat mencapai 40% dari berat kering rumput laut cokelat.

Salah satu jenis alginat yang potensial digunakan sebagai imunostimulan adalah Na alginat. Penelitian sebelumnya Yudiaty *et al.* (2016), Na alginat mampu meningkatkan respon imun pada udang mampu meliputi THC, AF, IF, SOD, PO, dan TPP. Sejauh ini belum ada kajian pemanfaatan Na alginat *Sargassum* dari Perairan Lampung. Oleh karena itu penting untuk mengkaji bioaktivitas Na alginat *Sargassum* dari Perairan Lampung sebagai imuostimulan pada budidaya udang vaname. Sehingga respon imun meningkat maka dapat menanggulangi penyakit infeksi agar resisten terhadap penyakit dan produktivitas meningkat, (Gambar 1).



**Gambar 1.** Kerangka Pemikiran

### E. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak ada pengaruh perlakuan pemberian Na-alginat dari alga coklat

*Sargassum* sp. terhadap respon imun nonspesifik udang vaname dengan metode oral

$H_1$  : Setidaknya ada satu perlakuan pemberian Na-alginat dari alga coklat

*Sargassum* sp. yang berpengaruh terhadap respon imun nonspesifik udang vaname dengan metode oral

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)**

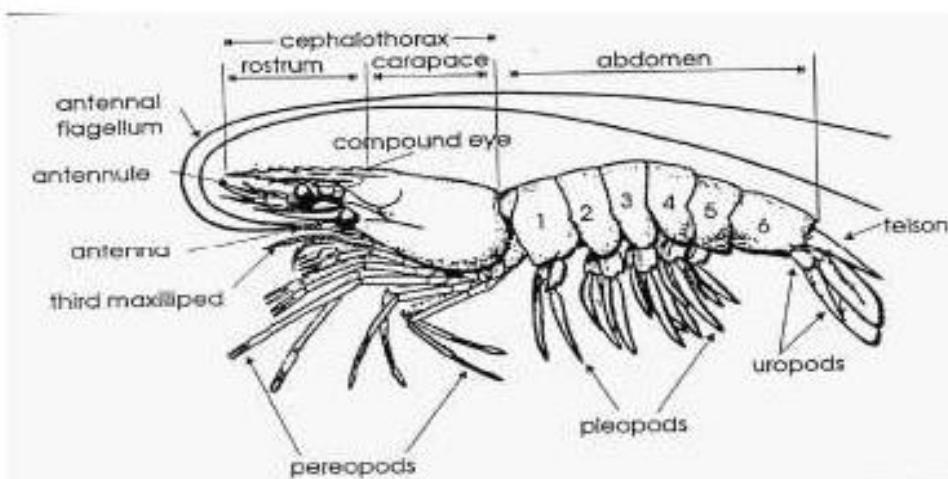
#### **1. Biologi Udang Vaname**

Udang vaname termasuk golongan krustase dalam ordo dekapoda dimana di dalamnya juga termasuk udang, lobster dan kepiting. Klasifikasi udang vaname adalah sebagai berikut (Haliman & Adijaya, 2005):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Anthropoda
Subfilum	: Crustace
Kelas	: Malacostraca
Subkelas	: Eumalacostraca
Ordo	: Decapoda
Family	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Sub Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931)

Ciri-ciri udang vaname adalah memiliki biasanya 2-4 (kadang-kadang 5-8) rostrum bergigi pada bagian ventral yang cukup panjang (Gambar 2). Karapas memiliki *pronounced antenal* dan *hepatic spines*. Pada udang jantan dewasa, petasma *symmetrical, semiopen*, dan tidak tertutup. Spermatofora sangat kompleks yang terdiri atas sperma yang dilapisi oleh suatu pembungkus yang mengandung berbagai struktur perlekatan (*anterior wing, lateral flap, caudal flange, dorsal*

*plate*) maupun bahan-bahan adhesif dan glutinous. Udang betina memiliki *open thelycum* dan *sternitridges*, yang merupakan pembeda utama udang (Elovaara, 2001). Rata-rata betina berukuran lebih besar dari jantan. Secara morfologi, betina dapat dibedakan pada bagian berdasarkan pada eksternal genitalnya yaitu pada *thelycum*. Beberapa spesies *P. monodon*, *P. indicus*, *P. japonicus* dan *P. kerathurus*, memiliki *thelycum* tertutup sedangkan pada *P. stylirostris* dan *P. vannamei* terbuka. Selama proses perkawinan, jantan mentransfer *spermatophores* mereka, yang berisi spermatozoa pada *thelycum* betina (Chim *et al.*, 2002). Tubuh berwarna putih transparan sehingga lebih umum dikenal sebagai “*white shrimp*”. Tubuh sering berwarna kebiruan karena lebih dominannya kromatofor biru. Panjang tubuh dapat mencapai 23 cm. Udang vaname dapat dibedakan dengan spesies lainnya berdasarkan pada eksternal genitalnya (Manoppo, 2011).



**Gambar 2.** Morfologi Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Wyban & Sweeney, 1991)

## 2. Habitat Udang Vaname

Udang vaname ditemukan menempati daerah mangrove yang masih belum

terganggu. Udang vaname dapat beradaptasi dengan perubahan temperatur dan tekanan di alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang vaname dapat beradaptasi dengan baik pada level salinitas yang sangat rendah sehingga menjadikan udang vaname sebagai udang yang paling banyak dibudidayakan di kolam air tawar (salinitas sangat rendah dimana udang ini dapat beradaptasi) (Elovaara, 2001). udang vaname dapat hidup pada suhu air berkisar 20<sup>0</sup> C. Spesies ini relatif mudah untuk berkembang biak dan dibudidayakan, sehingga udang putih menjadi salah satu spesies andalan dalam budidaya udang di beberapa negara di dunia (Wyban & Sweeny, 1991).

Sifat biologis udang vaname yaitu bergerak aktif pada kondisi yang gelap (*nocturnal*) dan dapat hidup pada kisaran salinitas yang luas yaitu 2-40 ppt. Udang vaname akan mengalami kematian jika terpapar suhu dibawah 15<sup>0</sup> C atau di atas 33<sup>0</sup>C selama 24 jam. Udang vaname bersifat kanibal, dimana organ sensor berfungsi untuk mencari makan (Wyban & Sweeny, 2000).

Udang mempunyai standar kualitas air tertentu agar dapat hidup dengan baik untuk mendukung kelangsungan hidup yang tinggi dan pertumbuhan yang optimal. Suhu pada budidaya udang berkisar antara 26-33<sup>0</sup>C, sedangkan pH berkisar antara 7,5-8,5. Oksigen terlarut memiliki batas minimum pada kolam pemeliharaan udang yaitu > 4 mg/l. Udang vaname memiliki kisaran salinitas yang lebar yaitu antara 5-35 ppt. Beberapa variabel kualitas air yang bersifat toksik seperti nitrit dan H<sub>2</sub>S memiliki batas maksimum yaitu <0,01 mg/l, sedangkan ammonia <1,0 mg/l (Supono, 2017). Pada fase larva, molting terjadi setiap 30-40 jam pada

temperatur 28°C. Juvenil udang ukuran 1–5 gram akan molting setiap 4-6 hari, tetapi udang berukuran 15 gram akan *molting* setiap 2 minggu (Manoppo, 2011). Di Indonesia kriteria kualitas air untuk tambak memiliki kisaran pH 7,8-9,0, suhu 26-32°C, kadar nitrat kurang dari 0,3-0,5 ppm, nitrit kurang dari 0,1 mg/l dan suspensi terlarut berkisar dari 20-40mg/l (DKP, 2007).

### **3. Sejarah atau Asal Usul Udang Vaname**

Udang vaname berasal dari daerah subtropis pantai Barat Amerika, mulai dari Teluk California di Mexico bagian Utara sampai ke pantai Barat Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Kosta Rika di Amerika Tengah hingga ke Peru di Amerika Selatan (WWF, 2014).

Udang vaname resmi diizinkan masuk ke Indonesia melalui SK Menteri Kelautan dan Perikanan RI. No. 41/2001, dimana produksi udang windu menurun sejak 1996 akibat serangan penyakit dan penurunan kualitas lingkungan serta gagal produksi akibat faktor teknis maupun non teknis (Subyakto *et al.*, 2008).

Pemerintah kemudian melakukan kajian pada komoditas udang laut jenis lain yang dapat menambah produksi udang selain udang windu di Indonesia. Posisi Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa dengan musim hujan dan kemarau yang tetap, menyebabkan Indonesia mampu memproduksi udang vaname sepanjang tahun. Produksi tersebut disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik lahan masing-masing (WWF, 2014).

#### **4. Siklus Hidup Udang Vaname**

Udang vaname betina memiliki *open thelycum* sebagai ciri yang membedakan dengan udang penaeid lainnya. Udang jantan melekatkan *spermatophora* berjeli (berisi sperma) pada *open thelycum* pada saat kawin. Pelepasan telur terjadi pada malam hari, beberapa jam setelah perkawinan, biasanya kurang dari tiga jam. Proses pelepasan telur berlangsung selama 1–3 menit dan induk betina melindungi telur yang baru dilepaskan (Manoppo, 2011).

Secara alami udang vaname termasuk jenis katadromus, dimana udang dewasa hidup di laut terbuka dan udang muda bermigrasi kea rah pantai. Udang vaname yang telah matang gonad, kawin dan bertelur biasanya berada pada perairan lepas pantai sampai dengan kedalaman sekitar 70 meter pada suhu 26-28°C dan salinitas sekitar 35 ppt.

Menurut Chim *et al.* (2002), Siklus hidup udang penaeid terbagi dalam 4 tahap berturut-turut: larva, pasca larva, remaja (*juvenile*) dan dewasa dimanaterjadi perubahan pada morfologi, perilaku, kebiasaan makan, dan habitat.

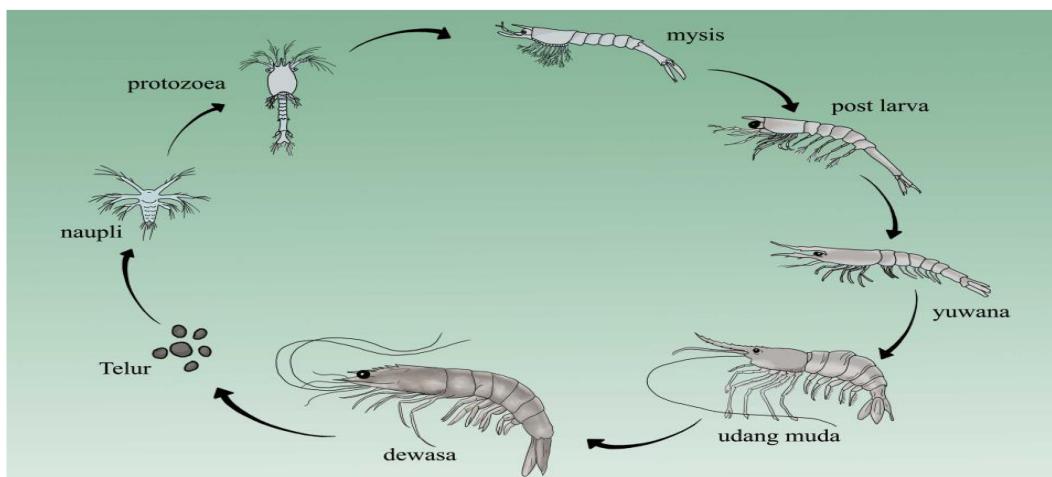
1. Pada tahap nauplii bentuk udang mirip seperti laba-laba air.
2. Tahap zoeae berlangsung selama enam hari. Pada tahap ini udang memakan mikro-alga dan bentuk tubuh memanjang.
3. Bentuk udang pada tahap mysis telah menyerupai udang dewasa, seperti tubuh bersegmen dan ekor seperti udang dewasa. Udang akan memakan fitoplankton dan zooplankton. Tahap ini berlangsung selama tiga hari.
4. Tahap selanjutnya yaitu pasca larva. Setelah berubah ke tahap pasca larva

udang bermigrasi dari laut terbuka, di mana mereka memiliki kehidupan yang planktonik, ke teluk atau laut pedalaman dengan salinitas yang lebih rendah.

Kemudian, pasca larva menetap di dasar laut. Selama tahap ini, udang memakan bentos kecil, detritus dan ganggang.

Udang secara bertahap bermigrasi kembali dari laut dangkal ke laut terbuka dimana pada usia satu tahun mereka akan matang dan berkembang biak. Udang betina dapat bertelur 100.000–1.000.000 telur berdasarkan jenis dan ukuran tubuh betina. Diameter telur rata-rata 250-300 $\mu$ m.

Udang vaname memiliki 5 stadia nauplii, 3 stadia zoea, 3 stadia mysis sebelum menjadi post larva yang merupakan siklus hidupnya. Stadia post larva berkembang menjadi juvenil dan akhirnya menjadi dewasa. Post larva udang vaname di perairan bebas akan bermigrasi memasuki perairan estuaria untuk tumbuh dan kembali bermigrasi ke perairan asalnya pada saat matang gonad (Avault, 1996). Panjang karapaks post larva udang vaname berkisar dari 0,88-3,00 mm (Kitani, 1993). Pada tahap larva panjang karapaks berkisar antara 1,95-2,73 mm (Kitani, 1994). Siklus udang vaname dapat dilihat di bawah ini (Gambar 3).



**Gambar 3.** Siklus hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Sumber : WWF(2014)

## 5. Sifat atau Karakter Khusus Udang Vaname

Udang vaname memiliki nama umum *pacifik white shrimp*, *camaron blanco*, dan *langostina*. Udang vaname juga memiliki nama FAO yaitu *whiteleg shrimp*, *crevette pattes blanches* dan *camaron patiblanco* (Muzaki, 2004). Udang vaname termasuk genus *Penaeus* dan subgenus *Litopenaeus*. Vaname berbeda dari genus *Penaeus* lainnya karena bentuk telikum (organ kelamin betina) terbuka, tapi tidak terdapat tempat untuk penyimpanan sperma (WWF, 2014).

## B. Sistem Imun Krustasea

Krustase tidak memiliki respon imun spesifik (*adaptive*) dan bergantung pada berbagai respon imun nonspesifik (*innate*). Meskipun dianggap tidak begitu memuaskan, respon imun nonspesifik mampu dengan cepat dan efisien mengenal dan menghancurkan material asing, termasuk patogen (Witteveldt *et al.*, 2004). Sistem imun krustasea dibagi menjadi humoral, seluler, physical barriers, enzimatis.

## **1. Humoral**

Sistem kekebalan tubuh bawaan mengidentifikasi patogen melalui *Pattern recognition proteins* (PRP) dan reseptor yang *Pattern recognition receptors* (PRR), yang juga adalah protein. *Toll-like receptors* (TLRs) adalah keluarga evolusioner kuno PRRS disajikan pada hewan mulai dari cnidaria ke mamalia, yang dapat mendeteksi semua jenis patogen (Janeway & Medzhitov, 2000; Robalino *et al.*, 2004). TLRs diaktifkan oleh infeksi bakteri dan virus dan telah dilaporkan di *Fenneropenaeus chinensis* dan *Litopenaeus vannamei* ( Li-Shi *et al.*, 2007; Yang *et al.*, 2008).

*Pattern recognition proteins* (PRP) merupakan lektin yang terdeteksi oleh molekul seperti LPS, PG, *bacterial lipoteichoic acid*, *fungal β-1,3-glucans* dan viral RNA (Song & Huang, 2000; Lee & Soderhall, 2002), dan yang mendukung aktivasi mekanisme pertahanan spesifik dari dalam tubuh udang. Fungsi biologis dari PRPs adalah inisiasi protein cascade dan/atau mekanisme pertahanan signalization routes dan menghapus sistem eliminasi darah. Ketika PRPs mendeteksi antigen, Hemosit berpindah ke lokasi *host* oleh chemotaxis, menghasilkan respon yang merangsang. Sistem peredaran darah terbuka mendukung krustasea dalam peristiwa ini, sehingga mekanisme pertahanan cepat dan efisien terhadap patogen.

## **2. Seluler**

Sel telah mengembangkan mekanisme yang sangat kekal untuk dideteksi dan merespon protein virus, RNA, dan DNA termasuk *patternrecognition receptors*

(PRRs), including *Toll-like receptors* (TLRs), *NOD-like receptors* (NLRs) and *RIG-I-like receptors* (RLRs) (Kawai & Akira 2006). Karena tidak adanya sistem respon yang benar adaptif kekebalan tubuh yang telah berkembang pada vertebrata, invertebrata dianggap semata-mata bergantung pada sistem kekebalan tubuh bawaan untuk menghilangkan patogen virus.

Sistem imun seluler terdiri dari apoptosis, enkapsulasi, fagositosis, dan pembentukan nodul, sedangkan sistem imun humoral meliputi sistem *Prophenoloxidase* (proPO) (Yudiaty *et.al.*, 2016). Sistem imun seluler utama pada udang bertumpu pada aktivitas fagositosis hemosit, sedangkan kunci utama reaksi enzimatik pada sistem imun udang dikatalis oleh enzim *Phenoloxidase* (PO) (Yudiaty *et al.*, 2016). Sistem pertahanan tersebut akan aktif ketika menerima rangsangan berupa protein dan karbohidrat seperti lipopolisakarida, peptidoglikan, glikan, dan manins yang dimiliki oleh bakteri, jamur, dan protozoa.

### 3. ***Physical Barriers***

Hambatan fisik adalah garis pertahanan pertama pada udang dan terdiri dari *exoskeleton* yang keras, yang melindungi dari cedera dan serangan mikroba. *exoskeleton* terdiri dari kalsium karbonat, karbohidrat dan protein, dan memberikan kontribusi untuk proses fisiologis yang berbeda terkait dengan respon imun (Mylonakis & Aballay, 2005).

### 4. **Enzimatis**

Enzim PO terdapat dalam hemolim sebagai *inactive pro-enzyme* yang disebut

proPO. Pada krustasea, proPO berfungsi dalam pengenalan benda asing dan melanisasi. Transformasi proPO menjadi PO melibatkan beberapa reaksi yang dikenal sebagai proPO *activating system* yang diaktifkan oleh dinding sel bakteri,  $\beta$ -glukan, dan lipopolisarida (Amparyup *et al.*, 2013). Sistem aktivasi proPO dipertimbangkan sebagai bagian dari sistem imun yang mungkin bertanggung jawab terhadap proses pengenalan benda asing dalam sistem pertahanan krustasea dan insekta. Sistem proPO dapat digunakan sebagai marker kesehatan udang dan lingkungan karena perubahan sistem proPO berkorelasi dengan tahap infeksi dan variasi lingkungan.

### C. Imunostimulan

Imunostimulan merupakan strategi alternatif untuk mensiagakan atau menyiapkan sistem kekebalan (sistem imun) udang sehingga meningkatkan resistensi melawan patogen. Imunostimulan alami yang berasal dari tanaman, aman bagi lingkungan dan berguna untuk merangsang sistem kekebalan tubuh bawaan udang (Dangeubun *et al.*, 2013). Penggunaan imunostimulan adalah salah satu metode profilaksis (mencegah) yang ramah lingkungan untuk mengendalikan penyakit dalam akuakultur. Secara umum, imunostimulan akan meningkatkan sistem immun nonspesifik udang dalam menghadapi serangan penyakit (Isnansetyo *et al.*, 2014).

Total hemosit pada tubuh krustasea sangat penting keberadaannya dalam menjaga resistensi terhadap patogen. Apabila total hemosit tinggi, maka dapat meningkatkan kemampuan darah untuk memfagositosis. Total hemosit yang

tinggi juga dapat meningkatkan sel granular yang dapat merangsang aktivasi *Prophenoloxidase* (ProPO) untuk menghasilkan aktivitas *Phenoloxidase* (PO), sehingga mampu bertahan terhadap serangan patogen. Sedangkan sebaliknya, apabila total hemosit menurun, maka hal tersebut dapat mengakibatkan infeksi akut yang mematikan (Febriani *et al.*, 2012).

Awalnya, *Phenoloxidase* (PO) mengkatalisis hidroksilasi monofenol menjadi *diphenol* dan oksidasi lebih lanjut dilakukan dari diphenol ke dalam quinones yang dapat secara nonspesifik akan membentuk melanin yang tidak larut. Quinones kemudian akan memproduksi suatu zat untuk sklerotisasi (proses mengerasnya) kutikula, dan sklerotisasi kutikula ini berubah menjadi penghalang infeksi. Zat yang dihasilkan oleh quinones sangat beracun dan akan dibantu oleh proses melanisasi di sekitar patogen dalam membunuh patogen secara langsung (Song & Li, 2014).

#### **D. *Sargassum sp.***

Alga cokelat (*Phaeophyceae*) merupakan salah satu jenis alga yang tersusun atas zat warna atau pigmen yang khas. Alga dari divisio ini memiliki pigmen klorofil a dan c, beta karoten, violasantin, dan fukosantin. Pigmen warna umumnya cokelat. Pada bagian dalam dinding selnya terdapat asam alginik dan alginat, mengandung *pirenoid* dan *tilakoid* (lembaran fotosintesis). Ukuran dan bentuk *thalli* beragam dari yang berukuran kecil sebagai epifit, sampai yang berukuran besar, bercabang banyak, berbentuk pita atau lembaran, cabangnya ada yang sederhana dan ada pula yang tidak bercabang. Alga cokelat memiliki kandungan asam alginat, silosa,

dan 2 jenis fucoidan dengan kandungan sulfat yang berbeda serta 4 jenis polisakarida yang hampir sama komposisi gula dan sulfatnya (Dietrich *et al.*, 1995; Basmal *et al.*, 2013).

Alga cokelat memiliki kandungan karbohidrat, protein, abu, air, vitamin dan mineral dalam bentuk makro dan mikro elemen yaitu kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg), fosfat (P), iodin (I) dan besi (Fe) (Syad *et al.*, 2013; Cardoso *et al.*, 2015). Alga cokelat mengandung metabolit sekunder yang bermanfaat bagi kesehatan antara lain senyawa alkaloid, glikosida, tanin dan steroid yang banyak digunakan dalam pengobatan dan industri farmasi (Jeeva *et al.*, 2012) serta senyawa fenolik dan flavonoid yang memiliki aktivitas penghambatan oksidasi LDL, *Angiotensin Coverting Enzyme* (ACE),  $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -glukosidase (Nagappan *et al.*, 2017) dan berpotensi memberikan efek terapeutik serta perlindungan terhadap beberapa penyakit degeneratif terutama kanker (Padua *et al.*, 2015)

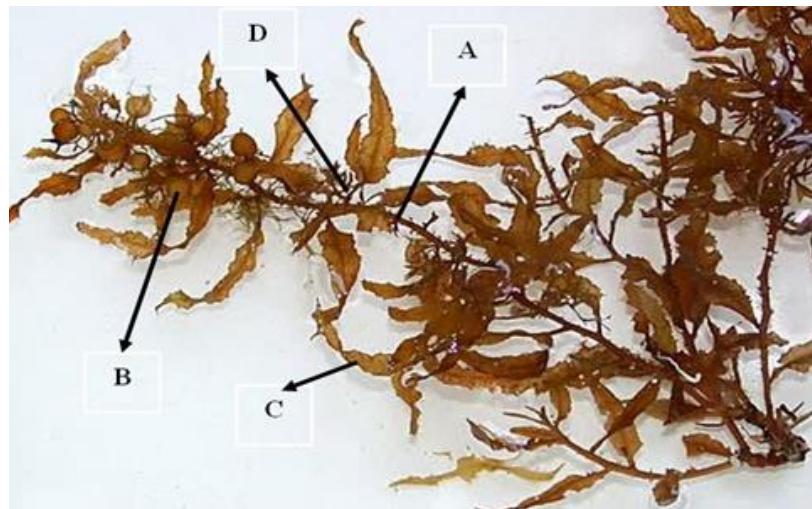
*Sargassum* sp. merupakan bagian dari rumput laut coklat (*Phaeophyta*), rumput laut coklat tropis dan subtropis hidup pada daerah subtidal dan intertidal yang terdiri dari 150 spesies (Olabarria *et al.* 2005). *Sargassum* tumbuh di daerah intertidal, subtidal, sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus keras. Kedalaman untuk pertumbuhan dari 0,5-10 m. *Sargassum* dapat tumbuh sepanjang tahun, bersifat perenial atau setiap musim barat maupun timur dapat dijumpai di berbagai perairan (Kadi, 2005).

Rumput laut coklat memiliki pigmen yang memberikan warna coklat dan dapat

menghasilkan algin atau alginat, laminarin, selulosa, fikoidin dan manitol yang komposisinya sangat tergantung pada jenis (spesies), masa perkembangan dan kondisi tempat tumbuhnya (Maharani dan Widyayanti, 2010).

*Sargassum* sp. adalah salah satu species dari alga cokelat tropis yang mudah tumbuh dan sangat mudah untuk dipanen. *Sargassum* sp. merupakan sumber senyawa bioaktif baik metabolit primer ataupun sekunder. Menurut Li *et al.* (2008) setiap jenis *Sargassum* sp. memiliki tipe dan jumlah kandungan karbohidrat kompleks yang tersusun dari fukosa, silosa, manosa, sulfat, galaktosa, glukosa, dan asam glukuronat. Ada sekitar 15 jenis *Sargassum* sp. yang diperkirakan terdapat di perairan Indonesia, dan 12 jenis di antaranya telah diidentifikasi. Berikut klasifikasi *Sargassum* sp. menurut Atmaja *et al.* (1996):

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



**Gambar 4.** Talus makroalga coklat *Sargassum* sp., berbentuk pipih dengan *holdfast* bulat agak kasar menyerupai batang (A), *air bladder* berbentuk bulat (B), *blade* menyerupai daun (C), dan *stipe* menyerupai tangkai (D).

Di perairan Indonesia terdapat sekitar 28 spesies alga coklat yang berasal dari enam genus yakni *Dyctyota*, *Sargassum*, *Padina*, *Hormophysa*, *Turbinaria*, dan *Hydroclathrus*. Spesies rumput laut yang telah diidentifikasi yaitu *Sargassum* sp sebanyak 14 spesies, *Turbinaria* sebanyak 4 spesies, *Hormophysa* baru 1 spesies, *Padina* 4 spesies, *Dyctyota* 5 spesies dan *Hydroclathrus* 1 spesies (Inem, 2014).

Semua spesies rumput laut cokelat mengandung alginat, meskipun kandungannya tidak sama (Zailanie *et al.*, 2001). Pemanfaatan alginat didasarkan pada tiga sifat utamanya yaitu yang pertama kemampuannya dalam menaikkan viskositas larutan apabila alginat dilarutkan dalam air. Kedua adalah kemampuan alginat untuk membentuk gel, gel akan terbentuk jika pada larutan natrium alginat ditambahkan garam Ca. Gel terbentuk karena adanya reaksi kimia, pada proses tersebut Ca akan menggantikan posisi natrium dari alginat dan mengikat molekul alginat yang panjang. Proses ini tidak memerlukan panas dan gel yang terbentuk tidak akan

meleleh jika dipanaskan. Berbeda dengan gel agar yang memerlukan pemanasan untuk pembentukan gelnya, sehingga air harus dipanaskan sampai suhu 80°C untuk membentuk *swelling/ gelatinisasi* agar dan gel terbentuk pada suhu di bawah 40°C. Sifat ketiga dari alginat adalah kemampuannya untuk membentuk film dari natrium atau kalsium alginat dan *fiber* dari kalsium alginat (Subaryono, 2010).

*Sargassum* sp. sudah dikaji secara luas menunjukkan potensi antioksidan yang tinggi secara *in vitro* (Zubia *et al.* 2008; Budhiyanti *et al.* 2011). Penggunaan rumput laut coklat (*Sargassum* sp.) telah lama dimanfaatkan untuk antibakteri, antioksidan, serta imunostimulan (Widodo *et al.*, 2015).

#### E. Natrium (NA) Alginat

Alginat adalah salah satu kelompok polisakarida yang terbentuk dalam dinding sel alga cokelat, dengan kadar mencapai 40% dari total berat kering dan memegang peranan penting dalam mempertahankan struktur jaringan alga. Alginat juga merupakan salah satu bahan pikokoloid yang mempunyai fungsi sebagai bahan pengental, pengatur keseimbangan, pengemulsi, serta pembentuk suatu lapisan tipis terhadap minyak (Rasyid, 2010). Alginat terdapat dalam semua jenis alga cokelat (*Phaeophyta*) yang merupakan salah satu komponen utama penyusun dinding sel (Rasyid, 2005).

Alginat adalah suatu komponen dinding sel dari rumput laut cokelat yang dikenal sebagai suatu substansi yang mempunyai aktivitas immunomodulator. Sodium

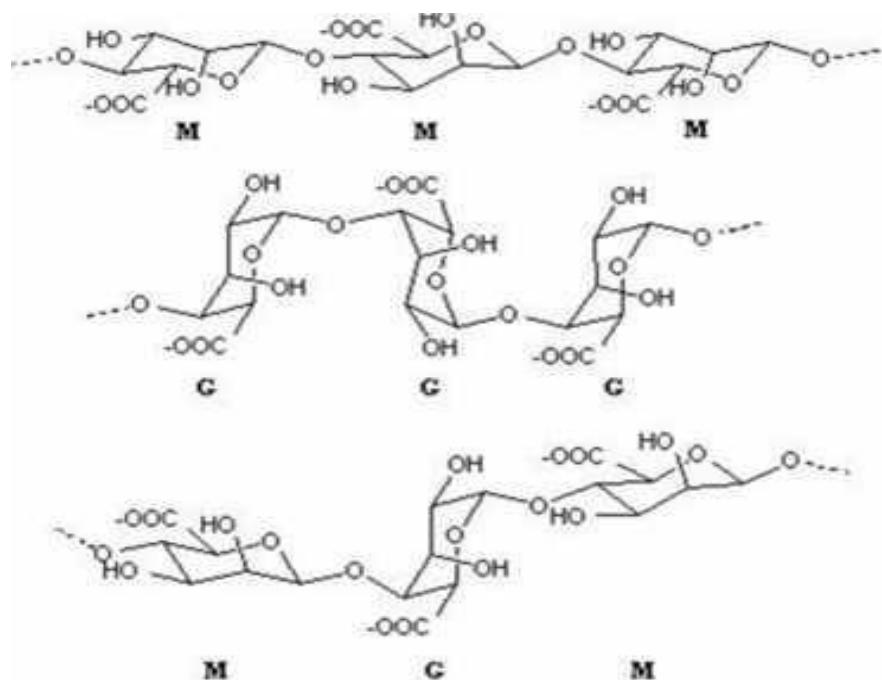
alginat komersial dan ekstrak kasar dari *Sargassum* sp. (Yeh *et al.*, 2009; Liu *et al.*, 2006, Cheng *et al.*, 2005) *Gracilaria lemaniformes* (Yu *et al.*, 2016) secara efektif dapat memodulasi sistem imun udang *penaeid*. Munurut penelitian, Isnansetyo *et al.* (2014) melaporkan bahwa alginat dari spesies lokal Indonesia *Sargassum* sp mampu meningkatkan parameter ketahanan nonspesifik ikan Lele (*Clarias batrachus*).

Alginat merupakan suatu polisakarida yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut coklat seperti *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp. Alginat tersusun atas residu asam  $\beta$ -D-manuronat dan  $\alpha$ -L-guluronat yang dihubungkan melalui ikatan 1,4. dan banyak digunakan untuk industri makanan dan minuman, kosmetik dan industri farmasi (Jayanudin *et al.*, 2013). Alginat ini tidak bersifat toksik, tidak memberikan reaksi alergi, bersifat *biodegradable* dan biokompatibel (Pereira *et al.*, 2013).

Alginat merupakan senyawa heteropolisakarida dari hasil pembentukan rantai monomer *mannuronic acid* (asam poly-D-mannuronat) dan *guluronic acid* (asam poly-L-guluronat) dari dinding sel yang banyak dijumpai pada alga cokelat (*Phaeophyta*) (Basmal *et al.*, 2012; Sinurat & Agustina 2012). Penggunaan alginat sebagai imunostimulan dalam dunia perikanan telah terbukti mampu meningkatkan sistem imun dan resisten terhadap beberapa patogen pada udang, ikan, dan abalone. *Litopenaeus vannamei* mengalami peningkatan aktivitas phenoloxidase dan *respiratory bursts* setelah diberi sodium alginat dengan dosis 10, 20, dan 50  $\mu\text{g/g}$ . Pemberian sodium alginat dengan dosis lebih dari 10  $\mu\text{g/g}$

dapat meningkatkan kekebalan tubuh *L.vannamei* dalam melawan bakteri *Vibrio alginolyticus* (Cheng *et al.*, 2004).

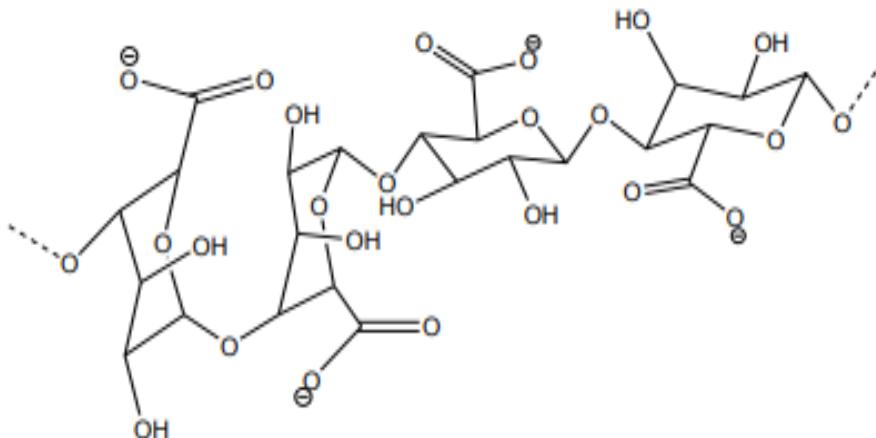
Alginat adalah metabolit primer senyawa hidrokoloid yang memiliki fungsi penting dan banyak dimanfaatkan oleh industri pangan sebagai pengental, pembentuk gel, stabilizer, dan bahan pengemulsi. Selain itu pemanfaatan alginat juga banyak dimanfaatkan oleh industri non pangan sebagai bahan pengental pada teksti printing dan pencapan batik (Subaryono, 2010).



**Gambar 5.** Struktur molekul alginat pada beberapa tipe blok M dan G (Eriningsih *et al.*, 2014).

Sodium alginat dapat membentuk kompleks yang kuat dengan polielektrolit netral lainnya, seperti pektin dengan cara membentuk rantai yang saling berhubungan dan membentuk hidrogel dengan penambahan kation divalen seperti  $\text{Ca}^{2+}$  yang dapat meningkatkan sifat mekanik alginat (Pașcalău *et al.*,

2011). Struktur sodium alginat ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Struktur sodium alginat

Menurut penelitian Jayanudin *et al.*, (2011) Alginat yang terdapat dalam rumput laut berbentuk asam alginat yang sulit larut dalam air. Pada proses ekstraksi, asam alginat diubah menjadi natrium alginat yang memiliki sifat dapat larut dalam air. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka konversi akan semakin tinggi, sehingga lebih banyak asam alginat yang dapat diubah menjadi natrium alginat.

Ekstraksi natrium alginat dapat dilakukan dengan cara menggunakan pencampuran bahan yang dilarutkan dengan larutan HCl 5% pada tahap pre-ekstraksi kemudian diteruskan dengan penambahan ekstraksi dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  2,25% (Mushollaeni, 2007). Menurut McHugh (2003) tahapan pada proses ekstraksi alginat terdiri dari beberapa tahapan yaitu tahapan pre-ekstraksi, ekstraksi larutan basa, pengendapan, pemucatan, pengeringan dan penggilingan.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember-Februari 2020, bertempat di Tambak Batu Payung, Tarahan, Lampung Selatan dan Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

#### **B. Alat dan Bahan**

Alat dan Bahan yang digunakan pada Penelitian ini terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1. Alat-alat Penelitian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi / Kegunaan
1.	Kontainer	CB 45 L, Ukuran 54x36x29,5 cm	Wadah percobaan.
2.	Selang aerasi	Panjang 1-1,5 m	Menyalurkan aerasi
3.	Batu aerasi	1 cm, 2 buah/kontainer	Mengoptimalkan okseigen.
4.	<i>Blower</i>	Turbo 2HP, China	Sebagai penyumbang oksigen dalam wadah percobaan.
5.	Plasti Hitam	Libra, Ukuran 90x120	Menutup permukaan kontainer
6.	Waring	Arwana, Ukuran 2x6	Menutup permukaan bak Uji

### Lanjutan Tabel 1

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi / Kegunaan
7.	Syiring 1cc	One med, ukuran 26	Untuk menyimpan <i>hemolimph</i> dan pengenceran
8.	Timbangan digital	Kern ABJ, d=0,1 mg	Untuk menakar bahan yang akan digunakan.
9.	Spatula	Isolab Micro Spoon 150mm, German	Mengambil bahan saat proses menimbang
10.	Gelas ukur	Iwaki, Jepang, (vol. 1000ml)	Untuk menakar volume larutan yang akan digunakan.
11.	Autoklaf	Daihan Autoclave WAC-P47/60/80,	Mensterilkan alat dan bahan uji.
12.	<i>Erlenmayer</i>	Iwaki pyrex, Jepang	Pencampuran larutan dan bahan dan menyimpan media
13.	<i>Sentrifuge</i>	Hanil MF-300, Korea Selatan	Memisahkan partikel-partikel zat (supernatan) berdasarkan berat molekul (endapan).
14.	Spekrofotometer	Ganesys 20.4001000, USA	Mengukur absorbansi uji.
15.	Boto spray	Dai Ichi 100 m, Jepang	Untuk mencampurkan alginat dan pakan.
16.	<i>Freezer</i> (20°C)	LG GNB200SQBB,	Menyimpan Sampel.
17.	Tabung Falcon	Falcon, China	Wadah proses sentrifus.
18.	Oven	Memmer UN 260, German	Untuk mengeringkan ekstrak.

### Lanjutan Tabel 1

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi / Kegunaan
19.	<i>Haemacytometer</i>	Assistant, Germany	Mengamati darah untuk uji THC.
20.	Mikroskop	Leica, German	Pengamatan.
21.	Pipet tetes	Iwaki pyrex	Meneteskan larutan
22.	Kaca preparat	Sail Bran 7101, China	Membuat preparat.
23.	Cover Glass	SUPERIOT, German	Menutup objek diatas preparat.
24.	<i>Shaker</i>	PSU-15i, German	Menghomogenkan
25.	Elisa Reader	R-biopharm Well Reader, China	Mendeteksi absorbansi. sampel pada mikrotiter plate.
26.	Mikropipet	Socorex, Swiss	Memindahkan larutan.
27.	Mikroplate	Thermo 96 –Well Microplate, USA	Wadah uji TPP.
28.	Inkubator	Elektromag M 60- 40	Menginkubasi.
29.	Termometer	Gea Medical, Indonesia	Mengukur suhu.
30.	Refraktometer	Refractometer, Jepang	Konsentrasi bahan terlarut, berdasarkan indeks biasnya.
31.	DO Meter	YSI Pro20i . 607130, USA	Mengukur DO didalam air.
32.	pH Meter	ATC pH- 009	Mengukur pH air.

**Tabel 2. Bahan-bahan penelitian yang digunakan**

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi / Kegunaan
1.	Udang vaname	Prima larva, 18 Gram	Hewan yang akan diuji
2.	<i>Sargassum</i> sp.	Pantai Biha, Pesisir Barat	Untuk menghasilkan Alginat
3.	Etanol Teknis 96%	Etanol 96% Shagufa Laboratory	Sebagai bahan Depigmentasi
4.	HCl 12N	E Merck 1.00317.2500 , German	Digunakan pada tahap Maserasi
5.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	E Merck, D-6100, F.R Germany	Digunakan untuk mendapatkan Na alginat
6.	KCl 0,13 M	E Merck K49269636804,	Digunakan untuk Pemucatan
7.	Pakan komersil	Global Feed 3C, Indonesia	Untuk pakan yang dicampurkan dengan alginate <i>Sargassum</i> sp
8.	EDTA 2N	E Merck 1064041000. German	Untuk pengujian THC dan pengikat alginat
9.	Giemsa	E Merck 1.09204.0500, German	Pewarnaan uji IF/AF
10.	Formalin 1%	E Merck 1040032500, German	Pelemah bakteri
11.	Disinfektan	Life Jacket, KBNP, Hawai	Untuk mensterilkan air dan alat
12.	PBS	BIONEER <i>Phosphate Buffer Saline</i>	Untuk pengenceran
13.	<i>Bacillus</i> sp.	Stok	Bakteri Patogen untuk uji AF/IF

## Lanjutan Tabel 2

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Fungsi / Kegunaan
14.	NaCl fisiologis 0,9%	Natrium Klorida, Indonesia	Larutan pembilas dalam preparasi AF/IF
15.	Progol	BOSTER PROGOL	Untuk perekat pakan
16.	<i>Bovine Serum Albumin</i>	Sigma-Aldrich, USA	Sebagai standar untuk uji TPP
17.	<i>Reagen Bradford</i>	Merck Protein (Branfod Method) Reagent	Untuk Pengujian TPP

## C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan dengan 4 kali ulangan sebagai berikut:

A : Kontrol (tanpa penambahan Na-alginat).

B : Penambahan Na-alginat 2,0 g/kg pakan (Yudiaty *et al.*, 2016).

C : Penambahan Na-alginat 4,0 g/kg pakan (Yudiaty *et al.*, 2019).

Berikut gambar susunan rancangan penelitian:

A4	C2	B2	A2	B1	B4
C3	B3	A1	C1	A3	C4

**Gambar 7.** Tata letak wadah penelitian

Keterangan :

- A1, A2, A3,A4 :Perlakuan A dan 1,2, 3,4 merupakan ulangan  
B1, B2, B3,B4 : Perlakuan B dan 1,2, 3,4 merupakan ulangan  
C1, C2, C3, C4 : Perlakuan C dan 1,2, 3,4 merupakan ulangan

## **D. Prosedur Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari 5 (lima) tahapan yaitu koleksi rumput laut, tahap ekstraksi Na alginat dari alga coklat *Sargassum* sp., tahap persiapan wadah, tahap pelaksanaan, tahap pengambilan sampel hemolymp.

### **1. Koleksi *Sargassum* sp.**

Sampel rumput laut cokelat *Sargassum* sp. dikumpulkan dari Pantai Biha, Pesisir Barat, Lampung, pada Agustus 2019. Rumput laut yang sudah didapatkan, lalu dicuci dengan air tawar dan dikeringkan pada suhu ruang. Alga yang sudah kering lalu digiling sampai berukuran seperti tepung. Alga disimpan pada tempat yang aman dan tidak lembab.

### **2. Ekstraksi Na-Alginat (Jork *et al.*, 2000)**

*Sargassum* sp. ditimbang sesuai kebutuhan, kemudian dilakukan ekstraksi dengan 5%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ / 50 $\mu\text{M}$  EDTA. Ekstrak ditambahkan dengan larutan HCl hingga pH 8,5. Ekstrak diaduk dengan *Shaker* selama 24 jam, pada suhu ruang. Setelah 24 jam, dilakukan penyaringan menggunakan kain blancu. Padatan di saring dan ditambahkan 0,13 M KCl pada larutan. Kemudian ekstrak dipresipitasi dengan ethanol dingin 96% dengan perbandingan volume 1:1, sambil diaduk kuat. Ekstrak disimpan dalam almari pendingin selama 24 jam hingga endapan terbentuk maksimal. Setelah itu dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 5 menit. Pelet kemudian diambil dan dikeringkan di dalam oven selama 60°C selama semalam.

### **3. Persiapan Wadah Hewan Uji**

Udang dipelihara dalam 12 kontainer berukuran ukuran 45L dengan padat tebar 10 ekor/m<sup>2</sup>dengan bobot rata-rata 18 gr (Yudiati *et al.*,2016) dan diaklimatisasi pada suhu ruang (26-28°C) selama satu minggu. Selama aklimatisasi, udang diberi pakan berupa pakan kontrol.Setiap kontainer diberi aerasi secara terus menerus. Kualitas air dijaga dengan penggantian air sebanyak 30% setiap harinya.Air laut yang digunakan adalah air laut steril.

### **4. Pelaksanaan Penelitian**

Pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersil (Global feed 3c) kandungan protein sebanyak 34-36%, pakan komersil di campur menggunakan Na-alginat. Proses pembuatan pakan perlakukan yaitu dengan mencampurkan bubuk Naalginat sesuai perlakuan kedalam botol *sprayer* yang ditambahkan 20ml aquades serta ditambahkan progol (PT. INDOSCO, Surabaya, Indonesia) sebanyak 2% setelah itu larutan disemprotkan ke pakan hingga merata. Setelah itu pakan dikering anginkan. Kemudian diberikan pada udang vaname sebanyak 3% dari berat biomassa perhari, sedangkan udang dengan perlakuan kontrol tetap diberi pakan tanpa perlakuan. Pemberian pakan dilakukan sebanyak 4 kali sehari pada pukul 06:00, 12:00, 17:00, dan 22:00 WIB selama 14 hari pemeliharaan dan diamati *total hemocytes count* (THC), Aktivitas Fagositosis (AF) dan Indeks Fagositosis (IF), Total Protein Plasma (TPP), dan Histologi hepatopankreas.

### **5. Pengambilan *Hemolymph***

Sampel *hemolymph* diambil sebanyak 0,2 ml tiap ekor. Pengambilan sampel

*hemolymph* untuk setiap perlakuan diambil pada 3 ekor sampal udang. Sampel diambil pada hari ke-0, 7, dan 14 hari. Hanya udang dalam tahap *intermoult* yang digunakan untuk pengambilan sampel *hemolymph* (Chan *et al.*, 1988). Secara singkat, *hemolymph* diambil pada bagian antara kaki jalan dan kaki renang menggunakan *syringe* steril 1mL. Sebelum melakukan proses pengambilan *hemolymph*, jarum dibilas dengan larutan antikoagulan (10% natrium sitrat). *Hemolymph* ditempatkan dalam tiga tabung, dan digunakan untuk mengukur 1) Jumlah Total Hemosit (20  $\mu$ l), 2) Aktivitas fagositosis (AF) dan Indeks Fagositosis (IF) (20  $\mu$ l), dan 3) Total Protein Plasma (TPP) (15  $\mu$ l).

## E. Respon Imun Nonspesifik Udang

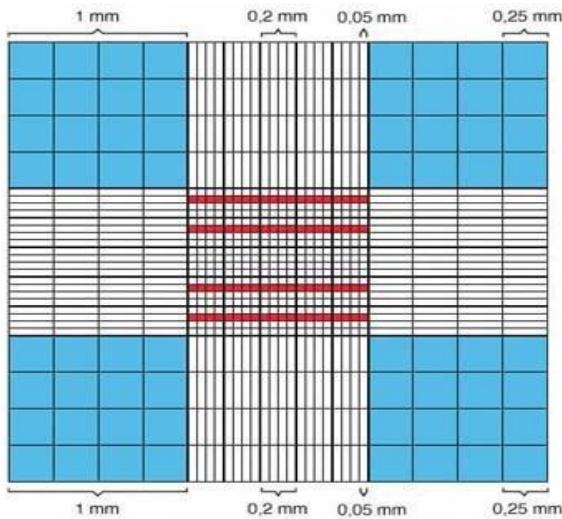
### 1. *Total Haemocyte Count (THC)*

Total hemosit dihitung oleh prosedur yang diuraikan sebelumnya (Yudiaty *et al.*, 2016). *Hemolymph* segar (10  $\mu$ L) diencerkan dengan PBS (20  $\mu$ L), kemudian ambil sampel yang telah diencerkan menggunakan mikropipet diletakkan di atas permukaan *hemocytometer* pada bilik tengah, kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Perhitungan jumlah total hemosit (THC) dilakukan menggunakan *haemocytometer* dengan prosedur Campa-Cordova (2002), dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

FP : Faktor pengenceran



**Gambar 8.** Kotak pada *Haemocytometer* (bilik tengah, 25 kotak kecil)

## 2. Aktifitas Fagosit / Indeks Fagosit (AF/IF)

Aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis ditentukan dengan mencampur 20  $\mu\text{l}$  hemolim 20  $\mu\text{l}$  dari PBS *Phosphate Buffer Saline* dalam lempeng mikro. Campuran kemudian ditambahkan dengan 20  $\mu\text{l}$  dari  $10^8$  sel  $\text{ml}^{-1}$  formalin membunuh *Bacillus subtilis* sebanyak 7  $\mu\text{l}$  di campur kemudian dioleskan dengan lembut dan diikuti oleh fiksasi dengan 95% etanol, dan pewarnaan dengan 10% Giemsa selama 20 menit. Slide kemudian dibilas dengan air keran dan kemudian dikeringkan. Slide diamati di bawah mikroskop cahaya ( Axioskop op, Zeiss, Jerman) dan beberapa foto diambil. Perhitungan nilai AF dan IF mengacu Berger & Jarcova (2012), sebagai berikut :

$$\text{Aktifitas Fagosit} = \frac{\sum \text{Sel Fagosit}}{\sum \text{Seluruh Sel Hemosit}} \times 100\%$$

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

### **3. Total Protein Plasma (TPP)**

*Hemolymph* 15  $\mu\text{L}$  disentrifuge pada 3500 rpm selama 10 menit. Supernatan diambil sebanyak 5  $\mu\text{L}$  dalam 96 well mikroplate dan ditambahkan 250  $\mu\text{L}$  Reagen Bradford lalu diinkubasi selama 10 menit. Nilai TPP diukur menggunakan spektrofotometer berdasarkan nilai kepadatan pada panjang gelombang atau *Optical density* (OD) 630 nm (Li, 2008). Sebelumnya dibuat standar kadar protein dengan menggunakan *Bovine Serum Albumin* (BSA).

### **4. Hitologi Hepatopankreas**

Uji histologi hepatopankreas pada udang vaname yaitu pertama dilakukan pengambilan udang vaname dari box penelitian, kemudian udang di pingsankan dengan memasukannya ke air es yang suhunya sekitar 20°C didiamkan beberapa menit hingga udang tidak bergerak aktif. Selanjutnya bagian kepala hingga dua ruas perut dipotong dengan menggunakan isi cutter yang telah di sterikan. Setelah itu sampel dimasukan ke botol film yang sudah diisi dengan larutan formalin 10% dan direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam, larutan diganti dengan larutan ethanol 70%. Kemudian dilakukan pembuatan preparat hepatopankreas. Pembuatan preparat pada penelitian ini dilakukan di Balai Veteriner Lampung, Kota Bandar Lampung. Setelah itu, dilakukan pembacaan hasil histologi pada hepatopankreas di Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian , Universitas Lampung.

### **F. Kualitas Air Pemeliharaan**

Kualitas air sebagai data pendukung selama proses pemeliharaan udang uji.

Pengukuran kualitas air dilakukan diawal pemeliharaan dan diakhir pemeliharaan yang meliputi pengukuran suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas.

#### **G. Analisa data**

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji Anova (*analysis of variance*) dengan selang kepercayaan 95%. Apabila hasil menunjukkan perbedaan nyata maka akan diuji lanjut dengan uji Duncan, menggunakan softwaer SPSS 22.0.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Suplementasi natrium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung ke dalam pakan mampu meningkatkan respon imun nonspesifik udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) baik *Total Hemolymph Count* (THC), Aktifitas Fagositosis (AF), maupun Total Protein Plasma (TPP). Aplikasi dosis 2gr/kg pakan merupakan perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan respon imun.

### **B. Saran**

Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan uji tantang pada udang vaname.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, H.K., Widowati, I., & Sabdono, A. 2014. Aktivitas antibakteri ekstrak rumput laut *Sargassum cinereum* (J.G. Agardh) dari perairan Pulau Panjang Jepara terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus epidermidis*. *Journal Of Marine Research.* 3 (2): 69-78.
- Ale, M. T., Maruyama, H., Tamauchi, H., Mikkelsen, J.D., & Meyer, A.S. 2011. Fucoidan from *Sargassum* sp. and fucus vesiculosus reduces cell viability of lung carcinoma and melanoma cells invitro and activates natural killer cells in mice in vivo. *International Journal of Biological Macromolecules.* 49 (3): 331336.
- Amanah, B. 2017. *Respon Imun Humoral Udang Putih (*Litopenaeus vannamei*, Boone 1931) Pada Pemberian Sinbiotik Dengan Kandungan Probiotik *Bacillus* sp. D2.2.* [Skripsi]. Universitas Lampung, Lampung.
- Ambipillai, L., K.S, S., K.C, G., & N.K, S. 2003. Histopathological survey of cultured shrimps in Cochin, Kerala. *Journal Marine Biology Association of India.* 45(2), 178-185.
- Amparyup , P., Charoensapsri, W., & Tassanakojan, A. 2013. Prophenoloxidase system and its role in shrimp immune responses against major pathogens. *Fish & Shellfish Immunology*, 34 (4): 990-1001.
- Arisa I.I., Widanarni, W., Yuhana, M., Muchlisin, Z.A., & Muhammadar, A.A. 2015. The application of probiotics, prebiotics and synbiotics to enhance the immune responses of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) to *Vibrio harveyi* infection. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation.* 8 (5): 772-778.
- Atmaja, W.S., Kadi, A., Sulistijo, R. 1996. Pengenalan jenis-jenis rumput laut indonesia. *Puslitbang Oseanologi* LIPI. Jakarta. 191.
- Austin, B., & Zhang X.H. 2006. Under the microscope. *Vibrio harveyi*: a significant pathogen of marine vertebrates and invertebrates. *Letters in Applied Microbiology* 43, 119-124.
- Avault, J.W. 1996. *Fundamental of aquaculture a step by step guide to comercial aquaculture.* AVA Publishing. Baton Rouge. USA.

- Basmal, J., Utomo B.S.B., Tazwir, Murdinah, Wikanta, T., Marraskuranto, E., & Kusumawati, R. 2012. Pengembangan produksi alginat skala pilot dan pemanfaatannya dalam produk pangan dan non pangan. *Laporan Teknis. Jakarta (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3-4.
- Basmal, J., Utomo, B.S.B., Tazwir, Murdinah, I., Wikanta, T., Marraskuranto & Kusumawati, R. 2013. Membuat alginat dari rumput laut *Sargassum*. *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Kerja Sama dengan Penebar Sawadaya*. Jakarta. 92.
- Bazes, A., Silkina, A., Douzenel, P., Fay, F., Kervarec, N., Morin, D., Berge, J. P., & Bourgougnon, N. 2009. Investigation of The Antifouling Constituents from The Brown Alga *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt. *Journal of Applied Phycology*. 21 (4): 395-403.
- BMP. 2014. *Budidaya Udang Vaname*. Jakarta Selatan. WWF-Indonesia.
- Brown, K.M.T. 2000. Applied fish pharmacology. Kluwer Academic Publisher, *The Netherland*. 308 hal.
- Budhiyanti, S.A., Raharjo, S., Marseno, D. W., & Lelana, I.Y.B. 2011. Free radical scavenging, metal chelating and singlet oxygen quenchingactivity of fractionated brown seaweed *Sargassum hystrix* extract. *Journal of Biological Science*. 11: 288-298.
- Chan, S.M., Rankin, S.M., & Keeley, L.L. 1988. Characterization of the molt stages in *Penaeus vannamei*: setogenesis and hemolymph levels of total protein ecdysteroids, and glucose. *The Biological Bulletin*. 175 (2): 185-192.
- 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 & Shellfish Immunology*. 17(1): 41-51.
- Cheng, W., Liu, C.H., Kuo, C.M. & Chen, J.C. 2005. Dietary administration of sodium alginate Enhances the immune ability of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish & Shellfish Immunology*. 18 (1): 1-12.
- Chew, Y.L., Lim, Y.Y., Omar, M., & Khoo, K.S. 2008. Antioxidant activity of sthree edible seaweeds from two areas in South East Asia. *LTW-Food Science Technology*. 41 (6): 1067-1072.
- Chim, L., Brun, H., Moullac, L., & Le, G. 2002. Marine Shrimp Farming. *Fisheries And Aquaculture*. 4: 1-10.

- Cook MT, Hayball, P.J., Hutchinson, W., Nowak, B.F., & Hayball, J.D. 2003. Administration of a commercial immune-stimulant preparation, EcoActiva™ as a feed supplement enhances macrophage respiratory burst and the growth of snaper (*Pagurus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. *Fish & Shellfish Immunology*. 14 (4): 333–345.
- Dangeubun, J., Hardoko, Andayani, S., & Risjani, Y. 2013. The Use of Active Compound in the Methanol Extract of Alstonia Acuminata for the Improvement of Non-Specific Immune System in Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Journal of Biology and Life Science*. 4(2): 167-179.
- Dar, A., Baig, H.S., Saifullah, S.M., Ahmad, V.U., Yasmeen, S., & Nizamuddin, M. 2007. Effect of seasonal variation on the anti-inflammatory activity of *Sargassum wightii* growing on the N. Arabian sea coast of Pakistan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 351 (1-2): 1-9.
- Devi, K. N., Kumar, T. A., Dhaneesh, K. V., Marudhupandi, T., & Balasubramanian, T. 2012. Evaluation of Antibacterial and Antioxidant Properties from Brown Seaweed, *Sargassum Wightii* (Greville, 1848) Against Human Bacterial Pathogens. *Academic Sciences*. 4 (3): 143-149.
- Dietrich, C.P., Fariasa G.G., de Abreu L.R., Leitea, E.L., da Silva, L.F., & Naderb, H.B. 1995. A new approach for the characterization of polysaccharides from algae: presence of four main acidic polysaccharides in three species of the class *Phaeophyceae*. *Plant Science*. 108 (2): 143-153.
- Dinas Kelautan & Perikanan. 2007. *Statistik Perikanan Budidaya Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Perikanan Budidaya.
- Ekawati, A. W., Nursyam, H, dan 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 shrimp production. *Aquaculture*. cx.
- 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).
- Erulan, V., Soundarapandian, P., Thirumaran, G., & Ananthan, G. 2009. Studies on the effect of *Sargassum polycystum* (C. Agardh, 1824) extract on the growth and biochemical composition of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *American-Eurasian J. Agricultural & Environment Science*, 6 (4): 392-399.

- Febriani, D., & Sukenda, N. S. 2012. *Kappa-Karagenan sebagai Imunostimulan untuk Pengendalian Penyakit Infectious Myonecrosis (IMNV) pada Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. [Skripsi]. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Febrianti, D., Yuhana, M., & Widanarni. 2016. Dietary synbiotic microcapsule influence the immune responses, growth performance and microbial populations to white spot syndrome virus in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 11(1): 28-42.
- Firdaus, M. 2013. Indeks Aktivitas Antioksidan Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargassum aquifolium*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16 (3): 42-47.
- Frandsen, R. D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak Edisi Keempat*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ghaednia, B., Mehrabi, M. R., Mirbakhsh, M., Yeganeh, V., Hoseinkhezri, P., Garibi G., & Ghaffar Jabbari A. 2011. Effect of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum glaucescens* via immersion route on immune responses of *Fenneropenaeus indicus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 10 (4): 616-630.
- Girindra Aisyah. 1989. *Biokimia Patologi*. Institut Pertanian Bogor.
- Haliman, R.W. dan D. Adijaya. 2005. *Udang vaname, pembudidayaan dan prospek pasar udang putih yang tahan penyakit*. Penebar Swadaya. Jakarta. 75 hal.
- Hastuti, S.D. 2012. Suplementasi  $\beta$ -glucan dari ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam pakan terhadap aktivitas fagositosis, aktivitas NBT, totalprotein plasma dan aktivitas aglutinasi darah ikan nila (*Orechromis niloticus*). *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 1 (3), 199-155.
- Hellio, C., De La Broise, D., Dufosse. L., Le Gal, Y., Bourgougnon, N. 2001. Inhibition of marine bacterial extracts of macroalgae: potential use for environmentally friendly antifouling paints. *Marine Environmental Research*. 52 (3): 231-247.
- Herpandi. 2005. *Aktivitas hipokolesterolemik tepung rumput laut pada tikus Hipokolesterolemia*. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Inem, O., dan Jahra W. 2014. Jenis-jenis alga coklat potensial di perairan pantai desa Hutumuri Pulau Ambon. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)*.7 (2) : 39-45.

- Isnansetyo, A., Irpani, H. M., Wulansari, T. A., & Kasanah, N. 2014. Oral administration of alginate from a tropical brown seaweed, *Sargassum* sp. to enhance non-specific defense in walking catfish (*Clarias* sp.). *Aquacultura Indonesiana*. 15 (1): 14-20.
- Janeway, C.A. & Medzhitov, R. 2000. Viral interference with IL-1 and Toll signaling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 97(20): 10682-10683.
- Jayanudin, Nuryoto, Popy, F., dan Primadhana, P. 2013. Pemanfaatan rumput laut coklat (*Sargassum* sp.) dari Pulau Panjang-Banten menjadi natrium alginat. *Prosiding Seminar Nasional Industrial Services (SNIS) III "Peningkatan Daya Saing Industri Nasional Melalui Integrasi Industri Baja Berkelaanjutan Menuju ASEAN Economic Community 2015"*. Cilegon : 389-394.
- Jayanudin, J., Lestari, A.Z., dan Nurbayanti, F. 2014. Pengaruh suhu dan rasio pelarut ekstraksi terhadap rendemen dan viskositas natrium alginat dari rumput laut cokelat (*Sargassum* sp.). *Jurnal Integrasi Proses*. 5 (1): 51 – 55.
- Jeeva S, Marimuthu J, Domettila C, Anantham, Mahesh M. 2012. Preliminary phytochemical studies on some selected seaweeds from Gulf of Mannar, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2(1): S30-S33.
- Johansson, E., Mejlhede, N., Neuhard, J., & Larsen, S. 2002. Crystal structure of the tetrameric cytidine deaminase from *Bacillus subtilis* at 2.0 Å resolution. *Biochemistry*. 41(8): 2563-2570.
- Johansson, M. W., Keyser, P., Sritunyalucksana, K., & Söderhäll, K. 2000. Crustacean hemocytes and haemotopoiesis. *Aquaculture*. 191: 45-52.
- Johny, F. Roza, D., Mahardika, K., Zafran, Z., & Prijono, A. 2005. Penggunaan immunostimulan untuk meningkatkan kekebalan nonspesifik benih Ikan Kerapu Lumpur, *Epinephelus coiodes* terhadap infeksi virus Irido. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (5): 75-83.
- Jork, A., Thurmer, F., Cramer, H., Zimmermann, G., Gessne, P., Hamel, K., Hofmann, G., Kuttler, B., Hahn, H.J., Josimovic-Alasevic, O., & Fritsch, K.G. 2000. Biocompatible alginate from freshly collected *Laminaria pallida* for implantation. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 53(2): 224-229.
- Kadi, A. 2005. Beberapa catatan kehadiran marga *Sargassum* di perairan Indonesia. *Oseana*. 30 (4): 19-29.
- Kaneko, J. J., Harvey J. W., Bruss, M. L. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5th edition. Academic Press Inc, New York.

- Kawai, T., Akira, S., 2006. Innate immune recognition of viral infection. *Nature Immunology*. 7 (2): 131–137.
- KKP. 2018. KKP targetkan produksi udang budidaya sebanyak 700000 ton tahun ini. (<https://industri.kontan.co.id/news/kkp-targetkan-produksi-udang-budidaya-sebanyak-700000-ton-tahun-ini>) Diakses tanggal 15 Agustus 2019.
- Kitani, H, 1993. Morphology of postlarvae of the whiteleg shrimp *Penaeus vannamei*. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 59(2):223-227.
- 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.
- Lee, S. Y., & Soderhäll, K. 2002. Early events in crustacean innate immunity. *Fish & Shellfish Immunology*. 12 (5): 421-437.
- Li, B., Lu, F., Wei, X., & Zhao, R. 2008. Fucoidan: structure and bioactivity. *Review Molecules*. 13 (8): 1671-1695.
- Li, C. C., Yeh, S. T., & Chen, J. C. 2008. The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* following *Vibrio alginolyticus* injection. *Fish & Shellfish Immunology*. 25(6): 853-860.
- Lin, C. Y., Hu, K. Y., Ho, S. H., & Song, Y. L. 2006. Cloning and characterization of a shrimp clip domain serine protease homolog (c-SPH) as a cell adhesion molecule. *Developmental & Comparative Immunology*. 30(12): 1132-1144.
- Liu, C. H., Yeh, S. P., Kuo, C. M., Cheng, W., & Chou, C. H. 2006. The effect of sodium alginate on the immune response of tiger shrimp via dietary administration: Activity and gene transcription. *Fish & Shellfish Immunology*. 21(4): 442-452.
- Liu, L., Heinrich, M., Myers, S., Dworjanyn, S. A. 2012. Towards a better understanding of medicinal of the brown seaweed *Sargassum* in traditional Chinese medicine: A phytochemical and pharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*. 142(3): 591-619.
- Maharani, M.A., dan Widayanti, R. 2010. Pembuatan alginat dari rumput laut untuk menghasilkan produk dengan rendemen dan viskositas tinggi. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Manoppo, H. 2011. Peran Nukleotida sebagai imunostimulan terhadap respon imun nonspesifik dan resistensi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor*. 10-11p.

- Mc Hugh Dj. 2003. A guide to the seaweed industry FAO Fisheries Technical. *Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Pp. 441:105.
- McGraw, W.J. & Scarpa, J. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. *Global Aquaculture Advocate*, 5(3):36-37.
- Moo-Puc, R., Robledo, D., Freile-Pelegrin, Y. 2008. Evaluation of selected tropical seaweeds for *in vitro* anti-tirchomonal activity. *Journal of Ethnopharmacology*. 120 (1): 92-97.
- Munford. S., Heidel. J., Smith. C., Morison. J., MacConnel. B., Blezer. B. 2007. Fish histology and histopathology, US Fish and Wildlife Service (USFWS). *National Conservation Training Center (NCTC)*. 357p.
- Musallamah, A., & Abdulgani, N. 2010. Pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap perubahan histopatologi hepatopankreas udang galah (*Macrobrachium rosenbegii De Mann*). [Skripsi]. ITS. Surabaya. 56 p.
- Mushollaeni, W. 2007. Ekstraksi alginat dari rumput laut cokelat jenis *Sargassum* spp. dan *Turbinaria* spp. *Laporan penelitian Dosen Muda*.
- Mushollaeni, W., & Rusdiana, E. 2011. Karakteristik natrium alginat dari *Sargassum* sp., *Turbenario* sp. dan *Padina* sp. *Hasil Penelitian Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(1): 26-32.
- Muzaki, A. 2004. *Produksi udang vaname (Litopenaeus vannamei) pada padat tebar berbeda di tambak Biocrete*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Mylonakis, E. & Aballay, A. 2005. Worms and flies as genetically tractable animal models to study host-pathogen interactions. *Infection And Immunity*. 73 (7): 3833-3841.
- Nagappan, H., Pee, P. P., Kee, S. H. Y., Ow, J. T, Yan, S. W., Chew, L. Y., Kong, K. W. 2017. Malaysian brown seaweeds *Sargassum siliquosum* and *Sargassum polycystum*: low density lipoprotein (LDL) oxidation, angiotensin converting enzyme (ACE),  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase inhibition activities. *Food Research International*. 1-9 antioxidant activity. *Journal Science Technology*. 26 (2): 211-219.
- Nappi, A.J., & Ottaviani, E. 2000. Cytotoxicity and cytotoxic molecules in invertebrates. *Bioessays*. 22(5): 469-480.
- Nurhayati, D., Widanarni, Yuhana, M. 2015. Dietary synbiotic influence on the growth performances and immune responses to co-Infection with infectious myonecrosis Virus and *Vibrio harveyi* in *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10 (1):13-23.

- Olabarria, C., Rodil, I. F., Incera, M., Troncoso, J. S. 2009. Limited impact of *Sargassum muticum* on native algal assemblages from rocky intertidal shores. *Marine Environmental Research.* 67 (3): 153-158.
- Padua, D., Rocha, E., Gargiulo, D., Ramos, A. A. 2015. Bioactive compounds from brown seaweeds: phloroglucinol, fucoxanthin and fucoidan as promising therapeutic agents against breast cancer. *Phytochemistry Letters.* 14: 91-98.
- Pakidi, C. S., & Suwoyo, H. S. 2017. Potensi dan pemanfaatan bahan aktif alga cokelat. *Jurnal Ilmu Perikanan.* 6(1): 551–562.
- Pașcalău, V., Popescu, V., Popescu, G., Dudescu, M., Borodi, G., Dinescu, A., Perhaita, I., Paul, M., 2011, The Alginate/κ-Carrageenan Ratio's Influence On The Properties of The Cross-linked. *Journal of Alloys and Compounds.* 536S: 5418-5423.
- Pereira, R., Mendes, A., dan Bartolo, P. 2013, Alginate/Aloe vera hydrogel Films for Biomedical Applications, *Procedia CIRP* 5 : 210-215.
- Permana, G.N., Haryanti, dan Rustidja. 2010. Perubahan histologi, protein hemolimp dan ekspresi allozyme (GPI, PGM, EST, SOD dan SP) pada udang *L. vannamei* selama Infeksi *Taura Syndrome Virus* (TSV). In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur.* 473-483p.
- Permatasari, D. 2017. *Aplikasi Bacillus sp. D22 dalam sinbiotik terhadap respon imun seluler udang vaname (Litopenaeus vanammei).* [Skripsi]. Universitas Lampung.
- Putranti, R. I. 2013. *Skrining fitokimia dan aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut Sargassum duplicatum dan Turbinaria ornata dari Jepara.* [Tesis] Manajemen Sumberdaya Pantai Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putri, F. M. 2013. Pengaruh penambahan *Spirulina* sp. dalam pakan buatan terhadap jumlah total hemosit dan aktivitas fagositosis udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology.* 2 (1): 102-112.
- Rahma, F. W, Mahasri, G., & Surmartiwi, L. 2015. Pengaruh pemberian ekstrak *Sargassum Sp.* dengan pelarut metanol pada pakan terhadap jumlah eritrosit dan differensial leukosit ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan.* 7(2): 213–218.
- Ramadhani, I. S. 2017. *Pengaruh perbedaan persentase prebiotik ekstrak tepung ubi jalar dalam sinbiotik, terhadap respon imun non spesifik udang vaname (Litopenaeus vannamei).* [Skripsi]. Universitas Lampung, Lampung.

- Rasyid, A. 2005. Beberapa catatan tentang alginat. *Bidang Sumberdaya Laut, Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI*. Jakarta. 30(1): 9-14.
- Rasyid A. 2009. Perbandingan kualitas natrium alginat beberapa jenis alga coklat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 35(1): 57–64.
- Rasyid, A. 2010. Ekstraksi natrium alginat dari alga coklat *Sargassum echinocarphum*. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36 (3): 393-400.
- Ridlo, A., & Pramesti, R. 2009. Aplikasi ekstrak rumput laut sebagai agen imunostimulan sistem pertahanan non spesifik pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 14(3): 133-137.
- Rifandi, R. A., Santosa, G. W., & Ridlo, A. 2014. Pengaruh konsentrasi Asam Klorida (HCl) terhadap mutu alginat rumput laut coklat *Sargassum* sp. dari Perairan Teluk Awur Kab. Jepara dan Poktunggal Kab. Gunungkidul. *Journal of Marine Research*, 3(4), 676-684.
- Robalino, J., Browdy, C.L., Prior, S., Metz, A., Parnell, P., Gross, P. & Warr, G. 2004. Induction of antiviral immunity by double-stranded RNA in a marine invertebrate. *Journal of Virology*. 78(19): 10442-10448.
- Rodriguez, L., & Le Moullac, G. 2000. State of the art of immunological tools and health control of penaeid shrimp. *Aquaculture*. 191 (1-3): 109-119.
- Setyawan A., Isnansetyo A., Indarjulianto S., Murwantoko, and Handayani C., R. 2018. Comparative immune response of dietary fucoidan from three Indonesian brown algae in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *AACL Bioflux*. 11 (6): 1707-1723
- Sinurat, E., & Agustina. 2012. Optimasi pH Ca alginat dan rumput laut cokelat sebagai absorben. *Prosiding Inovasi Teknologi Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan IV*. ISBN: 978602-19699-2-2. Hal 183-188.
- 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.
- Sivagnanavelmurugan, M., Marudhupandi, T., Palavesam, A., & Immanuel, G. 2012. Antiviral effect of fucoidan extracted from *Sargassum wightii*, on shrimp *Penaeus monodon* postlarvae against White Spot Syndrome Virus. *Journal of the World Aquaculture Society*. 43(5): 697-706.
- Sivagnanavelmurugan, M., Radhakrishnan, S., Palavesam, A., Arul, V. & Immanuel, G. 2018. Characterization of alginic acid extracted from

- Sargassum wightii* and determination of its antiviral activity on shrimp *Penaeus monodon* postlarvae against White Spot Syndrome Virus. *International Journal of Current Research in Life Sciences.* 7 (4): 1863-1872.
- Smith, V. J., Brown, J. H., & Hauton, C. H. 2003. Immunostimulation in crustaceans: does it really protect against infection. *Fish & Shellfish Immunology*, 15: 71–90.
- Soegianto, A., Primarastri, N.A., Winarni, D. 2004. Pengaruh pemberian cadmium terhadap tingkat kelangsungan hidup dan kerusakan struktur insang dan hepatopankreas pada udang regang (*Macrobrachium sintangense* De Man). Jurusan Biologi, FMIPA. Universitas Airlangga, Surabaya. *Berkas Penelitian Hayati*. 10 hal.
- Song, Y. L., & Li, C.Y. 2014. Shrimp Immune System – Special Focus on Penaeidin. *Journal of Marine Science and Technology*. 22 (1): 1-8.
- Song, Y.L., & Huang, C.C. 2000. Applications of immunostimulant to prevent shrimp diseases. In: *Recent advances in marine biotechnology. 1<sup>st</sup> ed.* M. Fingerman and R. Negabhusanam (eds). Plymouth: Science Publishers Inc.: 173-187.
- Sousa L.G., Petriella A.M. 2007. Functional morphology of the hepatopancreas of *Palaemonetes argentineus* (crustacea: decapoda): influence of environmental pollution. *Revista de Biología Tropical*. 55(1): 79-85p.
- Sritunyalucksana, K., & Söderhäll, K. 2000. The proPO and clotting system in crustaceans. *Aquaculture*. 191(1-3): 5369.
- Standar Nasional Indonesia. 2006. *Produksi udang vaname (L. vannamei) di tambak dengan teknologi intensif*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional: SNI-01-7246-2006.
- Subaryono, S. 2010. Alginates modification and the prospective uses of their products. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*. 5(1): 1-7.
- Subaryono, S., & Apriani, S. N. K. (2010). Pengaruh Dekantasi Filtrat pada Proses Ekstraksi Alginat dari *Sargassum* sp. terhadap Mutu Produk yang Dihasilkan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 5(2): 165-174.
- Subyakto, S., Sutende, D., Afandi, M., & Sofiati, S. 2008. Budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) semi intensif dengan metode sirkulasi tertutup untuk menghindari serangan virus. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(2) : 121-127.

- Sukenda, Prasetyo, R, & Widanarni. 2015. Efektivitas sinbiotik dengan dosis berbeda pada pemeliharaan udang vaname di tambak. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 14(1): 1–8.
- Supono. 2017. *Teknologi Produksi Udang*. Plantaxia. Yogyakarta.
- Suwoyo, H. S., & Mangampa, M. 2010. Aplikasi probiotik dengan konsentrasi berbeda pada pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 239-247.
- Syad, A. N., Shunmugiah, K. P., & Kasi, P. D. 2013. Seaweed as nutritional supplements: Analysis of nutritional profile, physicochemical properties and proximate composition of *G. acerosa* and *S. wightii*. *Biomedicine and Preventive Nutrition*. 3: 139-144.
- Tambunan A.P.M., Rudiyansyah, H. 2013. Pengaruh konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  terhadap rendemen Natrium alginat dari *Sargassum Cristae folium* asal Perairan Lemukutan. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 2(2): 112- 117. ISSN 2303-1077
- Tampangalo B. R., dan Pakidi C.S., & Rantetondok, A. 2013. Sintasan benih udang windu yang dipelihara dengan beberapa jenis probiotik rica dan resistensinya terhadap bakteri patogen *V. harveyi*. In *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 863-874p.
- Thinh, P. D., Menshova, R.V., Ermakova, S. P., Anastyuk, S. D., Ly, B. M. & Zvyagintseva, T. N. 2013. Structural characteristics and anticancerActivity of *Fucoidan* from the brown alga *Sargassum mcclurei*. *Marine Drugs*. 11(5): 1456-1476.
- Van de Braak, K. 2002. *Hemocytic defence in black tiger shrimp (Penaeus monodon)*. Disertasi, Wageningen: Wageningen Institute of Animal Source Science. Netherlands.
- Vazquez, L., Alpuche, J., Maldonado, G., Agundis, C., Pereyra-Morales, A., & Zenteno, E. 2009. Immunity mechanisms in crustaceans. *Innate immunity*. 15(3): 179-188.
- Vogan, C.L., & Rowley, A.F., 2002. Effects of shell disease syndrome on the haemocytes and humoral defences of the edible crab, *Cancer pagurus*. *Aquaculture*, 205, 237-252.
- Wang, X. W., Zhao, X. F., & Wang, J. X. 2014. C-type lectin binds to  $\beta$ -integrin to promote hemocytic phagocytosis in an invertebrate. *Journal of Biological Chemistry*. 289(4): 2405-2414.
- 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.
- Wibowo A, Ridlo A, Sedjati S. 2013. Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kualitas alginat rumput laut *Turbinaria* sp. dari pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. *Journal of Marine Research*. 2(3). 15-24.
- Widodo. W., Pinandoyo, & Herawati, V. E. 2015. Optimalisasi penambahan tepung rumput laut coklat (*Sargassum* sp.) yang berbeda dalam pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan juvenil udang windu (*Penaeus monodon*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(2): 9–17.
- Winarno, F.G., 1990. *Teknologi pengolahan rumput laut*. Penerbit Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Witteveldt, J., Vlak, J. M., & van Hulten, M. C. W. 2004. Protection of *Penaeus monodon* against white spot syndrome virus by oral vaccination. *Journal of Virology*. 78 (4): 2057-2061.
- WWF. 2014. Buku *Budidaya Udang Vaname* : Tambak Semi Intensif Dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal). Jakarta. WWF-Indonesia. ([http://awsassets.wwf.or.id/downloads/bmp\\_budidaya\\_udang\\_vannamei.pdf](http://awsassets.wwf.or.id/downloads/bmp_budidaya_udang_vannamei.pdf))
- Wyban, J. A., & Sweeny, J. N. 1991. *Intensive shrimp production technology: the Oceanic Institute Shrimp Manual*. The Institute. Honolulu, Hawai. USA.
- Xu, D., Liu, W., Alvarez, A., Huang, T. 2014. Cellular immune responses against viral pathogens in shrimp. *Developmental & comparative immunology*. 47(2): 287–297.
- Yang, C., Zhang, J., Li, F., Ma, H., Zhang, Q., Priya, T. J., Xiaojun, Z. & Xiang, J. 2008. A toll receptor from Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis* is responsive to *Vibrio anguillarum* infection. *Fish & shellfish immunology*. 24 (5): 564-574.
- Yang, L. S., Yin, Z. X., Liao, J. X., Huang, X. D., Guo, C. J., Weng, S. P., Chan, S. M., Yu, X. Q., & He, J. G. 2007. A toll receptor in shrimp. *Molecular immunology*. 44(8), 1999-2008.
- Yeh, S.T., Lee, C.S. & Chen, J.C. 2006. Administration of hot-water extract of brown seaweed *Sargassum duplicatum* via immersion and injection enhances the immune resistance of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*. 20(3): 332-345.
- Yin, G., Jeney, G., Racs, T., Xu P., Jun X., Jeney, Z. 2006. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on nonspecific immune system of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. 253(1-4): 39-47.

- Yu, Y. Y., Chen, W. D., Liu, Y. J., Niu, J., Chen, M., & Tian, L. X. 2016. Effect of different dietary levels of *Gracilaria lemaneiformis* dry power on growth performance, hematological parameters and intestinal structure of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture*. 450: 356–362.
- Yuniasari D. 2009. *Pengaruh pemberian bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi serta molase dengan C/N rasio berbeda terhadap profil kualitas air, kelangsungan hidup, dan pertumbuhan udang vaname Litopenaeus vannamei*. [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Ayuningtyas, Triyanto,& C.R. Handayani. 2016. Innate immune-stimulating and immune genes up-regulating activities of three types of alginate from *Sargassum siliquosum* in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*. 54: 46-53.
- Yudiati, E., Isnansetyo, A., Murwantoko, Triyanto, & 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*. 1-12 hal.
- Zailanie, K., Susanto, T., & Simon, B.W. 2001. Ekstraksi dan pemurnian alginat dari *Sargassum filipendula* kajian dari bagian tanaman, lama ekstraksi dan konsentrasi isopropanol. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2 (1): 13-15.
- Zandi, K., Ahmadzadeh, S., Tajbakhsh, S., Rastian, Z., Yousefi, F., Farshadpour, F., & Sartavi, K. 2010. Anticancer activity of Sargassum oligocystum water extract against human cancer cell lines. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 14 : 669-673.
- Zhang, J., Liu, Y., Tian, L., Yang, H., Liang, G., & Xu, D. 2012. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth performance, gut morphology and stress tolerance of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*. 33(4): 1027-1032.
- Zokaeifar, H., Balcázar, J.L., Saad, C.R., Kamarudin, M.S., Sijam, K., Arshad, A., & Nejat, N. 2012. Effects of *Bacillus subtilis* on the gowth performance, digestive enzymes, immune gene expression and disease resistance of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Fish & Shellfish Immunology*. 33(4): 683-689.
- Zubia, M., Payri, C., & Deslandes, E. 2008. Alginate,mannitol, phenolic compounds and biologicalactivities of two range-extending brown algae, *Sargassum mangarevense* and *Turbinaria ornata* (Phaeophyta: Fucales), from Tahiti (French Polynesia). *Journal of Applied Phycology*. 20(6): 1033-1043.