

**EVALUASI POTENSI PENGGUNAAN PAKAN YANG
MENGANDUNG EKSTRAK RUMPUT LAUT *Halymenia* sp.
UNTUK MENINGKATKAN RESPON IMUN DAN DAYA TAHAN
TERHADAP WSSV (White Spot Syndrome Virus) PADA UDANG
WINDU (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)**

SKRIPSI

SRI NOVITA MAKASAU



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**EVALUASI POTENSI PENGGUNAAN PAKAN YANG
MENGANDUNG EKSTRAK RUMPUT LAUT *Halymenia* sp.
UNTUK MENINGKATKAN RESPON IMUN DAN DAYA TAHAN
TERHADAP WSSV (White Spot Syndrome Virus) PADA UDANG
WINDU (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)**

OLEH :

**SRI NOVITA MAKASAU
L221 15 031**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi Budidaya
Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Potensi Penggunaan Pakan Yang Mengandung Ekstrak Rumput Laut *Halymenia* sp. Untuk Meningkatkan Respon Imun dan Daya Tahan Terhadap Wssv (*White Spot Syndrome Virus*) Pada Udang Windu *Penaeus monodon* Fabricius, 1798)

Nama Mahasiswa : Sri Novita Makasau

Nomor Pokok : L221 15 031

Program Studi : Budidaya Perairan

Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



Dr. Asmi Citra Malina, S.Pi, M.Agr.
NIP. 19721228 200604 2 001

Pembimbing Anggota,



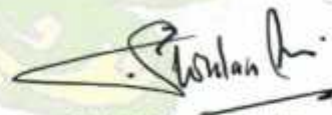
Dr. Ir. Gunarto Jatama, M.Sc
NIP. 19620224 198811 1 001

Mengetahui,



Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 196905061993032002

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Dr. Ir. Sriwulan, M.P
NIP. 19660630 199103 2 002

Tanggal Lulus: 04 November 2020

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sri Novita Makasau
Nim : L22 15 031
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu kelautan dan perikanan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Evaluasi Potensi Pakan Yang Mengandung Rumput Laut *Halymenia* sp. Untuk meningkatkan respon imun dan daya tahan terhadap WSSV (White Spot Syndrome Virus) pada Udang Windu (*Penaeus Monodon* Fabricius, 1798)" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 04 November 2020



Sri Novita Makasau
NIM. L221 15 031

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sri Novita Makasau
Nim : L22 15 031
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu kelautan dan perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi/tesis/disertasi pada jurnal atau forum ilmiah harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbingnya sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikan pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 04 November 2020

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Dr. Ir. Sriwulan, MP
NIP. 196606301991032002

Penulis,



Sri Novita Makasau
NIM. L221 15 031

ABSTRAK

Sri Novita Makasau . L22115031. Evaluasi Potensi pakan yang mengandung Ekstrak Rumput Laut *Halymenia* sp. Untuk meningkatkan respon imun dan daya tahan terhadap WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798). Dibawah bimbingan **Asmi Citra Malina** dan **Gunarto Latama**

Imunostimulan merupakan salah satu faktor yang mampu meningkatkan mekanisme daya tahan tubuh. Pentingnya menjaga kesehatan agar daya tahan tubuh tidak terserang penyakit penggunaan produk dari berbagai bahan alami banyak dipertimbangkan. Salah satu yang berpotensi adalah alga merah (*Rhodophyceae*), *Halymenia* sp. dapat digunakan sebagai imunostimulan. Alga ini mengandung substansi aktif yang dapat digunakan sebagai imunostimulan. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi potensi ekstrak rumput laut *Halymenia* sp. sebagai imunostimulan pada budidaya udang windu (*P. monodon*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan desember hingga januari 2020 di Laboratorium mikrobiologi laut, Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, dan Hatchery Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang windu (*P. monodon*) yang berjumlah 120 ekor yang dipelihara menggunakan 12 akuarium berukuran 40x40cm dengan kepadatan 10 ekor udang per akuarium. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan. Dosis ekstrak rumput laut *Halymenia* sp. yang diberikan yaitu: A (kontrol) tidak diberi ekstrak rumput laut, dan yang diberi ekstrak rumput laut yaitu B (1 g/kg), C (2 g/kg), D (3 g/kg). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakan yang ditambahkan ekstrak *Halymenia* sp. dengan dosis 1 g/kg berpengaruh nyata terhadap Total Haemocyte Count (THC) udang windu pada hari ke-10 sedangkan 2 dosis lainnya tidak berpengaruh nyata. Selanjutnya, Udang windu yang diberi pakan yang mengandung ekstrak *Halymenia* sp. pada dosis 2 g/kg berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup udang windu yang telah diuji tantang menggunakan WSSV.

Kata Kunci : Imunostimulan, Udang Windu, *Halymenia* sp., pakan

ABSTRAK

Sri Novita Makasau. L22115031. Evaluation of seaweed-enhanced shrimp feed (*Halymenia* sp.) on Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) immune response and resistance against WSSV (*White Spot Syndrome Virus*). Under the guidance of **Asmi Citra Malina** and **Gunarto Latama**

Immunostimulant is a supporting factor to improve resistance against disease. Nature-based product is highly considered as an immunostimulant to prevent infection. *Halymenia* sp., a Red Algae (*Rhodophyceae*) species, is being one of the potential natural ingredients as it contains active compound for immunostimulant. This recent study aims to evaluate the potency of seaweed *Halymenia* sp. extract as immunostimulant for Black Tiger Shrimp (*P. monodon*). The experiment was conducted in December 2019 – January 2020, located at the Laboratory of Marine Microbiology, the Laboratory of Fish Parasites and Diseases, and the Hatchery Facility, The Faculty of Marine Sciences and Fisheries of Hasanuddin University. The experimental organisms were 120 shrimps, separatedly cultivated into 40x40cm aquarium (12 units, 10 shrimps each). The experiment applied a CRD (Completely Randomized Design) consisted of 4 treatments (control or no seaweed application; 1 g/kg; 2 g/kg; 3 g/kg seaweed extract) and 3 replicates each. The results demonstrate that only the dose of 1 g/kg *Halymenia* sp. extract significantly improves the Total Haemocyte Count (THC) of Black Tiger Shrimps on day-10 of cultivation. Meanwhile, the 2 g/kg seaweed extract dose significantly contributes to improve shrimp survival after WSSV challenge test.

Keywords: Immunostimulant, Black Tiger Shrimp, *Halymenia* sp., shrimp feed

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Evaluasi Potensi pakan yang mengandung Ekstrak Rumput Laut Halymenia sp. Untuk meningkatkan respon imun dan daya tahan terhadap WSSV (White Spot Syndrome Virus) pada Udang Windu Penaeus monodon Fabricius, 1798**” ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan berbagai pihak yang selalu memberikan dukungan serta semangat yang tinggi kepada penulis selama melakukan penelitian. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dan tidak lupa saya ucapkan kepada :

1. **Ibu Dr. Asmi Citra Malina, S.Pi, M. Agr. Ph.D** selaku pembimbing utama yang dengan tulus dan penuh kesabaran telah banyak membantu, memberikan motivasi, ilmu, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi. Semoga selalu dalam keadaan yang sehat dan sukses.
2. **Bapak Dr.Ir. Gunarto Latama, M.Sc** selaku pembimbing anggota yang telah sabar memberikan pengarahan, ilmu dan saran untuk penelitian ini.
3. **Bapak Ir. Abustang, M.Si** selaku Penguji serta Penasihat Akademik penulis, yang telah sabar dan banyak memberikan ilmu, saran, motivasi selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir penulis.
4. **Ibu Dr. rer. Nat. Elmi N. Zainuddin, DES** serta **Dr. Marlina Ahmad, S.Pi, M.Si** selaku penguji yang telah banyak memberikan ilmu dan saran yang bermanfaat kepada penulis.
5. **Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS** yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, dan pengalaman dan banyak bantuan kepada penulis.
6. **Staff Pegawai** khususnya **Bapak Yulius** dan **Kak Mail** yang dengan sabar membantu penulis selama penelitian berlangsung di Hatchery tercinta, juga **Pak Yesi, Kak Asdir** serta **Kak Aspar** yang telah sabar banyak membantu penulis dalam menyelesaikan segala urusan administrasi selama perkuliahan.
7. Teman-teman seperjuangan **Program Studi Budidaya Perairan Angkatan 2015** atas segala kebaikan dan bantuannya dan yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
8. Teman seperjuangan dalam penelitian ini **Astiwahyuni**, terimakasih sudah mau berjuang bersama-sama dan mau bersabar atas segala suka dan duka dalam melaksanakan penelitian ini hingga akhir.

9. Senor-senior serta teman-teman dari **Unit Kegiatan Mahasiswa Catur Universitas Hasanuddin** atas spirit dan pengalaman yang dibagi bersama
10. Untuk teman-teman yang selalu mendukung saya **Nur Fitri Fakhriah Yunus S.pi, Firmawati S.Pi, Via Irmayani S.Pi, Nuhke Ghina Elsyifah Usman S.pi, Mauliana HA S.pi** Terimakasih atas kesabaran dan bantuannya dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan yang ternyata kita jalani bersama walaupun kalian sarjana duluan dari pada saya.
11. Teruntuk keluargaku yang sangat saya sayangi, Tante dan Omku **Nuraeni dan Amir Tako** beserta dua insan yang paling *special* Ayahanda **Syahrir Makasau** dan juga Ibunda **Zamriah Umar**, Terimakasih atas doa, dukungan, serta semangat yang tak hentinya kalian curahkan kepada penulis dari awal hingga saat ini.

Akhir kata penyusun menyampaikan rasa penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang mendukung dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini semoga dapat bermanfaat bagi kita semua. Atas perhatian dan kerja samanya saya ucapkan terima kasih.

Makassar, 04 November 2020



Sri Novita Makasau
L221 15 031

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Sri Novita Makasau lahir di kabupaten Bonebolango di Gorontalo, 21 Februari 1997 dari pasangan Syahrir Makasau dan Zamriah Umar bersama dua kakak yang lebih tua yakni Herdian Makasau dan Fitri Yanti Makasau dan satu orang adik angkat Ilham Yuliawan Huntoyungo . Penulis terdaftar sebagai mahasiswi semester XII program studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis terlebih dahulu menyelesaikan sekolah dasar di SDN Inpres Talulobutu pada tahun 2008, SMP Negeri 1 Tapa pada tahun 2011, SMK Gotong Royong Gorontalo pada tahun 2014 dan diterima di Universitas Hasanuddin Program Studi Budidaya Perairan melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Nasional (SBMPTN). Selain aktif pada kegiatan akademik, penulis juga aktif dalam kegiatan non-akademik kampus seperti diantaranya sebagai bagian dari anggota Keluarga Mahasiswa Perikanan, Budiaya Perairan Universitas Hasanuddin sejak tahun 2015 dan juga tergabung dalam anggota Unit Kegiatan Mahasiswa Catur Universitas Hasanuddin sejak tahun 2016.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
PERNYATAAN AUTHORSHIP	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
BIODATA PENULIS	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Rumput Laut Genus <i>Halymenia</i>	3
B. Udang Windu (<i>Peneaus monodon Fabr.</i>).....	5
1. Biologi Udang Windu	5
2. Sistem Pertahanan Tubuh Udang.....	5
C. Penyakit pada Udang Windu	7
D. Immunostimulan	8
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	10
B. Alat dan Bahan	10
C. Prosedur Penelitian	11
1. Hewan Uji	13
2. Koleksi Rumput Laut.....	13
3. Ekstraksi Rumput Laut.....	13
4. Persiapan Pakan dengan Ekstrak <i>Halymenia</i>	14
5. Uji Potensi Pemberian Ekstrak <i>Halymenia</i> Sebagai Immunostimulan	15
6. Pengambilan Hemolim	15
7. Uji tantang	15
8. Variabel Peubah	16
a. Total <i>Haemocite Count</i> (THC)	16
b. Sintasan	16

D. Analisis Data	16
IV. HASIL	
A. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	17
B. Sintasan	17
C. Hasil analisis proksimat	18
V. PEMBAHASAN	
A. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	19
B. Sintasan.....	20
C. Uji Proksimat pakan	21
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	22
B. Saran	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Alat yang digunakan	10
2. Bahan yang digunakan	11
3. Formulasi Pakan Udang Windu	14
4. Hasil Uji Proksimat Pakan Udang windu	18

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Rumput Laut <i>Halymenia</i> sp	4
2. Diagram alur penelitian.....	12
3. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) Udang Windu setelah pemberian perlakuan pakan yang mengandung ekstrak <i>Halymenia</i> sp. Analisis ANOVA menunjukkan perlakuan memberikan pengaruh nyata yang signifikan ($p < 0,05$) pada dosis 10ug di hari ke 10.....	17
4. Diagram Sintasan Udang Windu setelah uji tantang Virus WSSV.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil Uji Proksimat Pakan Udang Windu	28
2. Analisis statistik terhadap nilai THC Udang Windu	31
3. Analisis statistik terhadap nilai Sintasan Udang Windu.....	32
4. Gambar Udang Windu yang terinfeksi Wssv.....	34

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.) merupakan salah satu spesies udang lokal yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Budidaya udang windu ini telah banyak berkembang pesat terutama pada tambak-tambak air payau, namun sejak tahun 1990-an, budidaya udang windu ini banyak mengalami penurunan dikarenakan berbagai macam kasus kematian, baik akibat lingkungan perairan yang kurang mendukung maupun adanya serangan penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan virus (Tenriulo, 2014). Penyakit yang diakibatkan oleh virus merupakan tantangan paling besar dalam budidaya udang. Virus disinyalir dari patogen yang paling berperan memicu penyakit pada udang. Setiap fase hidup dari udang diserang oleh infeksi virus yang mengakibatkan perubahan bentuk tubuh, ukuran benih yang tidak seragam, pertumbuhan yang lambat, hingga mortalitas (Balai Budidaya Laut Lampung, 2011). salah satu virus yang sering menyerang udang windu adalah WSSV (*White Spot Syndrome Virus*). Menurut Supriatna (2004) dalam Yanti *et al.*, (2017) udang yang terinfeksi WSSV akan mengalami kematian mencapai 100% sehingga akan merugikan pembudidaya secara ekonomis dan akan berdampak negatif terhadap masyarakat yang mengkonsumsinya dengan gejala yaitu mual dan sakit perut.

Penerapan vaksinasi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan dalam upaya mencegah serangan WSSV. Namun penggunaan vaksin disamping harganya mahal juga bersifat spesifik terhadap agen penyakit tertentu, selain itu penerapannya tidak dapat dilakukan pada udang karena udang tidak memiliki sel memori untuk mengenal jenis vaksin yang diberikan metode yang telah diaplikasikan. Namun terdapat salah satu cara yang dapat dilakukan tanpa memberikan dampak negatif pada kesehatan konsumen maupun lingkungan, yakni dengan penggunaan imunostimulan yang diproduksi dari bahan alami yang ramah lingkungan (Zahra, 2017).

Penggunaan imunostimulan dianggap sebagai solusi yang lebih ramah lingkungan dan telah terbukti meningkatkan imunitas bawaan udang serta ketahanannya terhadap patogen (Sirirustanaun *et al.*, 2011). Beberapa imunostimulan yang digunakan pada akuakultur berasal dari kelas polisakarida yang didapatkan dari bakteri dan jamur seperti beta-glukan, lipopolisakarida (LPS), peptidoglikan, *Cynodon dactylon* dan imunostimulan herbal. Selain itu, terdapat juga imunostimulan yang didapatkan dari rumput laut seperti *alginate*, karagenan, laminarin dan fucoidan (Sinurat *et al.*, 2016)

Bahan alami yang ramah lingkungan serta dapat digunakan sebagai bahan imunostimulan adalah rumput laut. Rumput laut merupakan alga multiselular yang mengandung substansi yang aktif secara imunologi. Potensi Rumput laut dibidang pengendalian penyakit masih belum banyak dieksplorasi (Ridlo dan Pramesti, 2009). Banyak genus dari alga merah (*Rhodophyceae*) yang berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai imunostimulan. Pada penelitian sebelumnya mengenai analisis potensi pakan yang mengandung ekstrak alga merah sebagai imunostimulan pada udang *L. vannamei* menggunakan ekstrak dari rumput laut *Gracilaria* sp. (Ridlo dan Pramesti, 2009), *Kappaphycus alvarezii* (Febriani *et al.*, 2013) dan pada *Gracilaria verrucosa* Zahra, (2017) menunjukkan peningkatan jumlah hemosit dan aktivitas fagositosis setelah pemberian imunostimulan ekstrak rumput laut dibandingkan kontrol.

Salah satu jenis alga merah (*Rhodophyceae*) yang telah diteliti oleh peneliti sebelumnya memperlihatkan efek imunostimulan rumput *Halymenia* sp. pada udang windu yang diaplikasikan secara injeksi (Pangloli, 2019). Diketahui *Halymenia* sp. berpotensi untuk dijadikan bahan imunostimulan karena selain distribusinya yang luas di perairan tropis seperti Indonesia dan mudah ditemukan di laut Makassar, *Halymenia* sp. juga diperkirakan memiliki potensi yang sama dengan jenis alga merah lainnya, namun sampai saat ini belum ada penelitian mengenai *Halymenia* sp. sebagai agen imunostimulan untuk meningkatkan respon imun serta sebagai agen pertahanan terhadap serangan *White Spot Syndrome Virus* pada udang windu melalui pengaplikasian pada pakan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengkaji hal tersebut.

B. TUJUAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi pakan yang mengandung ekstrak rumput laut *Halymenia* sp. dalam meningkatkan respon imun dan sebagai agen pertahanan infeksi WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) pada Udang Windu (*P. monodon* Fabr.).

Kegunaan dari hasil penelitian ini yaitu diharapkan dapat menjadi informasi dalam menghasilkan produk imunostimulan rumput laut yang dapat meningkatkan respon imun dan pencegahan terhadap penyakit WSSV pada udang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumput Laut *Halymenia* sp.

Rumput laut merupakan sumber metabolit sekunder yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi berbagai bahan baku farmasi. Rumput laut merupakan makroalga yang umumnya memiliki thallus dan pigmen fotosintetik untuk memproduksi makanan dan oksigen dari dari karbondioksida dan air. Rumput laut diklasifikasikan berdasarkan warna pigmennya. Rumput laut hijau (Chlorophyta) mengandung klorofil sebagai pigmen utamanya. Alga coklat (Pheophyta) mengandung pigmen fucoxantin, dan alga merah (Rhodophyta) mengandung pigmen-pigmen seperti phycoerythrin, phycocyanin, klorofil a, β -karoten dan xanthophyll (Kasanah *et al.*, 2015).

Alga merah merupakan jenis alga yang lebih banyak memiliki aktivitas biologi dengan jenis alga lain. Senyawa-senyawa kimia yang ada pada alga merah didominasi dari famili Rhodomeleaceae. Alga merah merupakan sumber pembentuk halogenated compounds yang memiliki beragam aktivitas antibakteri, antiinflamasi, iktiotoksik, sitotoksik, dan insektisida (Cabrita *et al.*, 2010). Salah satu jenis rumput laut yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk imunostimulan adalah rumput laut *Halymenia* sp. yang pada mulanya ditemukan oleh C. Agardh (1817) yang berdasarkan pada *Halymenia floresii* (Clemente) C. Agardh, dari Spanyol. *Halymenia* saat ini diketahui memiliki sekitar 80 spesies, genus terbesar kedua di family Halymeniaceae, memiliki distribusi yang luas pada temperatur dan perairan tropis (Rodriguez-Prieto *et al.* 2018).

Halymenia sp. diketahui mengandung pigmen karoten yang tinggi dan klorofil yang rendah, berwarna merah maroon dan tergolong dalam rumput laut kelas Rhodophyceae atau rumput laut merah yang mengandung pigmen fikoeiritin, karotenoid, klorofil a, senyawa organik dan anorganik dan serat kasar (Jimenez-Escrig & Goni, 1999). Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa karotenoid pada rumput laut merupakan antioksidan yang dapat berfungsi untuk melindungi berbagai macam penyakit dan stres (Okuzumi di dalam Burtin, 2006).

Klasifikasi rumput laut *Halymenia* berdasarkan *World Register of Marine Species* adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Filum	: Rhodophyta
Kelas	: Florideophyceae
Ordo	: Halymeniales
Famili	: Halymeniaceae
Genus	: <i>Halymenia</i>

Spesies : *Halymenia* sp.



Gambar 1. Rumpun Laut *Halymenia* sp.

Spesies dari *Halymenia* sp. umumnya merupakan foliose dengan talus yang tegak terdiri dari bagian yang menyerupai daun (*blades*) yang berbentuk sederhana, berbentuk lancet (*lanceolate*) ke bentuk cabang majemuk tidak beraturan, cabang yang menipis ataupun silindris, dengan maupun tanpa stem yang sejati menempel pada substratum oleh *holdfast* berbentuk *discoid*. Bagian *blades* sangat lembut hingga bergelatin atau berdaging, secara struktural merupakan multiaksial dengan korteks tipis dengan sel korteks bintang bagian dalam sebuah medulla dibentuk oleh filamen medulla yang disusun tidak rapat dan sebuah jaringan dari sel bintang dengan lengan yang panjang (Rodriguez-Prieto *et al.*, 2018).

Rata-rata spesies filamen medulla kebanyakan *anticlinal* dan melintasi medulla menghubungkan korteks. Jaringan medulla dari sel bintang pada *blades* muda berada tepat dibawah sel korteks dalam, dimana jaringan bintang pada medulla dalam dapat rusak pada bagian *blades* yang lebih tua. Sistem reproduksi didefinisikan sebagai bagian *carpogonial ampullae* yang terpisah dari *ampullae* sel generatif pembantu (Rodriguez-Prieto *et al.*, 2018). Dari analisis Chiang (1970), struktur sel pembantu *ampullae Halymenia* sederhana sel pembantu diposisikan sebagai sel ketiga dari filamen *ampullae* primer dan sedikit filamen sekunder dan tersier diproduksi dari filamen *ampullae* primer. Dalam studi selanjutnya, konsep Chiang mengenai sel pembantu *ampullae* telah diterima secara luas.

B. Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr.)

1. Biologi Udang Windu

Udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) merupakan salah satu jenis crustasea berasal dari keluarga penaeidae yang biasa disebut udang penaeid. Ditinjau dari morfologinya, Tubuh udang windu terbagi menjadi dua bagian, yakni bagian kepala hingga dada dan abdomen yang meliputi bagian perut dan ekor. Bagian kepala hingga dada disebut *cephalothorax*, dibungkus kulit kitin yang tebal memiliki badan beruas. Jumlah ruasnya ada 13, yaitu 5 ruas kepala dan 8 ruas dada. Seluruh tubuh ditutupi oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton (Prahasta dan Masturi, 2009). Seluruh ruas-ruas tersebut tertutupi oleh kulit keras tetapi tipis pada setiap sambungannya sehingga memungkinkan udang bergerak lebih fleksibel. Di bawah pangkal rostrum (cucuk) terdapat sepasang mata majemuk yang bertangkai. Mulut berada dibagian bawah mata, dilengkapi dengan kelengkapan anggota kepala lain, yaitu sungut kecil (antennula), sirip kepala (scaphocerit), sungut besar (antenna), rahang (mandibular), alat bantu rahang (maxilla), dan maxilliped (Suyanto dan Takarina, 2009).

Terdapat 5 pasang kaki renang (pleopoda) dan sepasang uropods (mirip ekor) yang membentuk kipas bersama-sama telson pada bagian abdomen (Suardi, 2013) yang berfungsi sebagai kemudi bila udang berenang. Selanjutnya kearah belakang ruas ekor tersebut ada satu ruas lagi yang berbentuk runcing kearah belakang, membentuk ujung ekor (Telson). Dibawah pangkal telson terdapat lubang dubur (anus) (Suyanto dan Takarina, 2009).

Udang windu bersifat omnivore dan seringkali bersifat kanibal karena memakan udang yang molting. Udang ini tergolong hewan noturnal karena sebagian besar aktifitasnya seperti makan dilakukan pada malam hari. Kulit udang windu tidak elastis dan akan berganti kulit selama pertumbuhan. Frekuensi pergantian kulit ditentukan oleh jumlah dan kualitas makanan yang dikonsumsi, usia dan kondisi lemah karena udang baru belum mengeras. Pada saat ini udang mengalami pertumbuhan yang sangat pesat diikuti dengan penyerapan sejumlah besar air. Semakin cepat udang berganti kulit maka pertumbuhan semakin cepat pula (Murtidjo, 2003).

2. Sistem Pertahanan Tubuh Udang Windu

Udang mempunyai daya tahan alami yang bersifat non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik (mekanik), kimia, seluler dan humoral. Daya tahan alami ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, sehingga terdapat tingkatan yang berbeda-beda tergantung strain, lingkungan pemeliharaan, spesies maupun famili (Bellanti, 1989 dalam Ridlo dan Pramesti, 2009).

Sistem pertahanan pada udang tidak sama dengan hewan vertebrata yang sudah mempunyai antibodi spesifik, Sistem pertahanan tubuh udang tidak memiliki sel memori dan hanya memiliki sistem kekebalan alami, sehingga pertahanan tubuhnya hanya dilakukan secara fagositosis oleh hemosit. Dalam melakukan pertahanan tubuh hanya berlangsung secara selular dan humoral, yang sebagian besar berlangsung dalam haemolim (Rantetondok, 2002).

Hemosit merupakan faktor yang sangat penting dalam sistem pertahanan selular yang bersifat non spesifik. Hemosit menyimpan imun reaktif (seperti peroxinectin, antibacterial peptide dan clotting components) dalam tubuh udang sehingga kenaikan jumlah Total Hemosit Count (THC) merupakan salah satu indikator peningkatan daya tahan tubuh udang (Smith *et al.*, 2003). Berdasarkan ada tidaknya granula sitoplasma, hemosit dibagi menjadi 3 jenis yaitu sel hyaline, sel semi granular dan sel granular. Sel hyaline berperan dalam proses fagositosis, sel semi granular berperan dalam mengetahui dan merespon partikel atau molekul asing yang masuk kedalam tubuh, dan granular berperan dalam memproduksi, menyimpan dan sekresing senyawa anti mikroba (Saraswati *et al.*, 2013). Sel-sel non refraktif dengan ukuran inti yang relatif kecil dari sitoplasma yang memiliki sedikit atau tidak ada granula sitoplasmik. Granulosit menunjukkan aktifitas fagositik dan menyimpan enzim prophenoloxidase (ProPO). Sel tersebut dapat distimulasi dengan -1,3-glukan, peptidoglikan (PG), dan lipopolisakarida (LPS) untuk membangkitkan exocytosis dan pelepasan enzim. Fungsinya adalah enkapsulasi, menginisiasi pengaliran proPO dan fagositosis (Zhang *et al.*, 2006).

Kemampuan hemosit dalam aktivitas fagositosis yang dapat meningkat pada kejadian infeksi, sehingga menunjukkan pertahanan tubuh yang bersifat selular. Adanya infeksi tersebut akan merangsang sistem pertahanan non spesifik selular untuk menangkal serangan penyakit. meningkatnya ketahanan tubuh udang juga dapat diketahui dari meningkatnya aktivitas fagositosis (AF) sel-sel hemosit. Selain itu ada lysozyme yang merupakan respon imun non-spesifik yang sangat berperan dalam pertahanan tubuh udang. Lysozyme adalah enzim yang memutuskan ikatan -1,4-glikosida antara *asam-N-asetil glukosamin* dengan *asam-N-asetil muramat* pada *peptidoglikan* sehingga dapat merusak dinding sel bakteri. Air kemudian dapat masuk ke dalam sel dan menyebabkan sel menggelembung dan akhirnya pecah, proses tersebut disebut dengan lisis (Gabriel *et al.*, 2009).

3. Penyakit Pada Udang Windu

Perkembangan produksi industri udang melalui akuakultur sangat dipengaruhi oleh munculnya penyakit, baik itu penyakit infeksi maupun non-infeksi. Penyakit infeksi merupakan penyakit yang disebabkan oleh infeksi patogen baik jamur, bakteri, hingga virus yang dapat menyebar melalui air (*waterborne transmission*), sentuhan langsung antar inang, melalui inang perantara (*vector*), melalui peralatan yang terkontaminasi dan aktifitas manusia. Sementara penyakit non-infeksi disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kurang baik, gangguan gizi dan cacat genetik. Meskipun dapat menyebabkan mortalitas massal mendadak, penyakit ini tidak dapat menular (Koesharyani et al., 2012 dan Rodriguez dan Moullac, 2000 dalam Suryahman, 2016).

Patogen yang disebabkan oleh virus disinyalir merupakan kasus yang sering ditemukan dan menyebabkan kerugian yang besar karena mortalitas yang dapat mencapai 100%. Menurut OIE (*Aquaculture Asia Pacific*, 2010) dalam Koesharyani (2012), ada 9 jenis penyakit virus yang menyerang udang dan perlu diwaspakai diantaranya *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Infectious Hypodermal and Haematopoietic Necrosis* (IHHNV), *Penaeus monodon-type baculovirus* (MBV), *Taura Syndrome Virus* (TSV), *Yellow Head Virus* (YHV), *Infectious Myonecrosis Virus* (IMNV), *Hepatopancreatic Parvivirus* (HPV), *Gill Associated Virus* (GAV) dan *Macrobrachium rosenbergii Noda Virus* (MrNV). Dari kesembilan jenis virus tersebut enam jenis virus (WSSV, IHHNV, MBV, YHV, IMNV dan TSV) sudah menginfeksi secara definitif pada budidaya udang *Penaeus monodon Fabr.* dan *L. vannamei* di Indonesia.

Dalam beberapa tahun ini, *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) merupakan salah satu ancaman terbesar pada kegiatan budidaya di banyak negara khususnya negara-negara Asia. Akibatnya produksi udang dari hasil budidaya menurun secara drastis sehingga banyak petambak maupun pemilik pembenihan yang mengalami kerugian ekonomi (Bir et al., 2017). Hewan yang menderita WSD memperlihatkan tanda klinis yang bervariasi diantaranya *lethargy*, berkurangnya konsumsi makanan, berkurangnya aktivitas membersihkan diri, melonggarnya kutikula, perubahan warna pada hepatopancreas. Bintik putih berkapur muncul pada eksoskeleton di diagnose sebagai WSD namun tidak pada semua spesies (contohnya pada *Penaeus indicus*). Pada udang budidaya, mortalitasnya cepat dan setelah 3-10 hari setelah infeksi mortalitas umumnya sekitar 90% dan 100% (Verbruggen et al., 2016).

Selain WSSV, salah satu penyakit pada udang windu yakni penyakit akibat dari serangan patogen dari golongan ciliate, utamanya spesies *Zoothamnium* sp. yang menyerang udang pada semua stadia mulai dari telur, larva, juvenile dan dewasa pada

kondisi perairan dengan kandungan oksigen terlarut yang rendah, protozoa ini menyerang pada bagian permukaan tubuh, kaki renang, kaki jalan, rostrum dan insang. Organ yang terserang akan terlihat seperti diselaputi benda asing berwarna putih kecoklatan. Infeksi berat akan terjadi pada seluruh permukaan tubuh sehingga penyakit ini disebut penyakit “udang berjaket” yang mengakibatkan udang sulit bernafas, mobilitas rendah sehingga malas mencari makan, serta menyebabkan kesulitan molting (Maharani *et al.*, 2009).

4. Immunostimulan dan Antivirus WSSV Pada Udang Windu

Menurut Jasmanidar (2009), immunostimulan merupakan bahan yang bisa meningkatkan resistensi organisme terhadap infeksi patogen. Immunostimulasi merupakan cara untuk memperbaiki fungsi sistem imun dengan menggunakan bahan yang merangsang sistem tersebut. Immunostimulan merupakan bahan yang bisa meningkatkan resistensi organisme terhadap infeksi patogen. Penggunaan immunostimulan dilakukan pada budidaya ikan karena kemoterapi yang diberikan pada ikan menyebabkan resistensi pada bakteri tertentu. Febriani, (2012) menambahkan Immunostimulasi juga memperbaiki fungsi sistem imun dengan menggunakan bahan yang merangsang sistem imun (immunostimulan).

Imunostimulan seperti halnya vaksin digunakan sebagai intervensi profilaksis, tidak direkomendasikan untuk digunakan ketika penyakit sudah terdapat pada tubuh inang. Penggunaan immunostimulan tidak menghasilkan respon spesifik pada antigen tertentu namun memberikan dampak terhadap keseluruhan respon yang mempercepat pengenalan dan eliminasi agen infeksi dan substansi asing dalam jangkauan yang luas (Campos *et al.*, 1993; Secombes 1994; Sordello *et al.*, 1997 dalam Apines-Amar dan Amar 2015). Pemberian immunostimulan secara luas dilakukan dengan maksud untuk mengaktifkan sistem imun non-spesifik sel seperti makrofag pada vertebrata dan hemosit pada avertebrata (Palupi, 2017). Immunostimulan terdiri dari biologi dan sintetik, bahan biologi seperti sel bakteri dan bahan asal jamur sedangkan sintetik contohnya levamisol (Febriani, 2012).

Imunostimulan berhubungan langsung dengan sel sistem imun yang membuat sel tersebut lebih aktif. Sistem imun seluler terdiri dari hemosit dan fixed phagocytes (sel yang tidak bergerak yang tersebar pada insang , jantung dan jaringan pengikat). Faktor Pertahan humoral seperti penggumpalan protein, aglutin, enzim hidrolitik dan peptide antimikroba yang dihasilkan oleh dan akibat aksi sel imun. Proses terbentuknya sistem kekebalan tubuh yaitu bila antigen memasuki tubuh, maka antigen tersebut akan dijerat oleh makrofag sedemikian rupa sehingga dapat diketahui sebagai

bahan asing. Bahan asing tersebut akan dikirim ke sistem pembentuk antibodi dan terjadilah pembentuk antibodi. Sistem Kekebalan (imunitas) harus menyimpan memori tentang kejadian yang sama sehingga pada kesempatan berikutnya dengan antigen yang sama juga, memiliki impuls yang bekerja jauh lebih efisien (Palupi, 2017).

Banyak terdapat jenis imunostimulan yang kerap digunakan untuk memaksimalkan sistem kekebalan tubuh dari hewan-hewan akuatik seperti -Glukan, lipopolisakarida (LPS), Chito-Oligosacharida, herbal mix, Vitamin C dan metabolit sekunder dari tumbuhan maupun hewan. Salah satu bahan alami yang ramah lingkungan serta dapat digunakan sebagai bahan imunostimulan adalah rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai imunostimulan karena merupakan sumber senyawa bioaktif, yang telah terdeteksi dalam alga hijau, alga coklat dan alga merah yang memproduksi berbagai karakteristik metabolit sekunder dengan spektrum aktifitas yang luas. Dinding sel dari rumput laut kaya akan polisakarida sulfat (SPs) seperti karagenan yang terkandung dalam alga merah dan memiliki banyak senyawa bioaktif menguntungkan sebagai anti koagulan, antiviral, antioksidan, antikanker, serta aktivasi modulasi imun (Wijesekara *et al.*, 2011)

Ekstrak rumput laut terdeteksi dalam alga hijau, alga coklat, dan alga merah merupakan sumber senyawa bioaktif yang memproduksi berbagai karakteristik metabolit sekunder dengan spektrum aktifitas yang luas. Metabolit sekunder dari *Halimeda macroloba* memiliki senyawa bioaktif anti jamur (Widiastuti, 2003). Rumput laut *Ulva sp.*, *Dendrilla sp.*, *Spirulina sp.*, *Enteromorpha sp.*, *Dictyota sp.*, *Porphira sp* Castro *et al.*, (2004) dalam Selvin *et al.*, (2004), *Kappaphycus alvarezii* Febriani *et al.*, (2013), dan *Gracilaria verrucosa* Zahra, (2017) telah terbukti dapat meningkatkan aktifitas imunostimulan udang. dan salah satu jenis dari golongan alga merah adalah dari *Halymena sp.*