

**PENINGKATAN AKTIVITAS LISOZIM PADA UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabr, 1798) DAN KETAHANAN TERHADAP
PENYAKIT WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) SETELAH INJEKSI
DENGAN EKSTRAK ALGA MERAH *Laurencia* sp.**

SKRIPSI

WELDAYANTI



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

PENINGKATAN AKTIVITAS LISOZIM PADA UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fabr, 1798) DAN KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) SETELAH INJEKSI DENGAN EKSTRAK ALGA MERAH *Laurencia* sp.

**WELDAYANTI
L031 18 1007**

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
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENINGKATAN AKTIVITAS LISOZIM PADA UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fabr, 1798) DAN KETAHANAN TERHADAP PENYAKIT WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) SETELAH INJEKSI DENGAN EKSTRAK ALGA MERAH *Laurencia* sp.

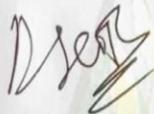
Disusun dan diajukan oleh

WELDAYANTI
L031 18 1007

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang di bentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin
Pada tanggal, 25 Januari 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

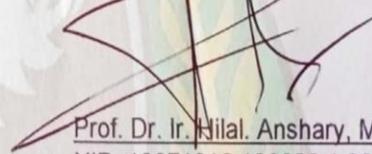
Menyetujui :

Pembimbing Utama



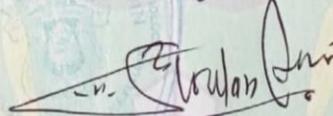
Dr. Asmi Citra Malina, S.Pi, M.Agr., Ph.D
NIP. 19721228 200604 2 001

Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Ir. Hilal. Anshary, M. Sc
NIP. 19671012 199202 1 001

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sriwulan, MP.
NIP. 19660630 199103 2 002

Tanggal Pengesahan : 25 Januari 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Weldayanti
NIM : L031 18 1007
Program Studi : Budidaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul :

"Pengaruh Aktivitas Lisozim pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr, 1798) dan Ketahanan terhadap Penyakit WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) Setelah Injeksi dengan Ekstrak Alga Merah *Laurencia* Sp."

Adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 25 Januari 2023



Weldayanti
L031 18 1008

PERNYATAAN AUTHORSIP

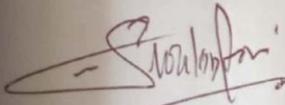
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Weldayanti
NIM : L031 18 1007
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi /Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain 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 pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikan pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

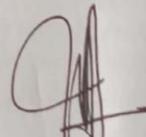
Makassar, 25 Januari 2023

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Dr. Ir. Sriwulan. MP.
NIP. 19660630 199103 2 002

Penulis



Weldayanti
NIM. L031 18 1007

ABSTRAK

Weldayanti. L031181007. Pengaruh Aktivitas Lisozim pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr, 1798) dan Ketahanan terhadap Penyakit WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) Setelah Injeksi dengan Ekstrak Alga Merah *Laurencia* Sp. Dibawah bimbingan **Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D.** dan **Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc.**

Imunostimulan dapat meningkatkan fungsi dan aktivitas sistem imun tubuh organisme agar tidak mudah terserang penyakit. Salah satu upaya untuk mencegah terserang penyakit yaitu dengan menggunakan imunostimulan. Pemberian imunostimulan yang bisa digunakan untuk meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang dari bahan alami adalah rumput laut. Rumput laut alga merah berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai imunostimulan salah satunya yaitu dari rumput laut *Laurencia* sp. Rumput laut mempunyai beberapa zat aktif seperti polisakarida, asam lemak dan protein yang menunjukkan aktivitas antitumor, antibakteri, antivirus, dan anti-oksidatif yang signifikan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh ekstrak alga merah *Laurencia* sp. dalam meningkatkan ketahanan terhadap penyakit WSSV dan meningkatkan aktivitas lisozim pasca injeksi pada udang windu (*Penaeus monodon*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2022 di Hatchery dan Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah udang windu yang dipelihara menggunakan 12 akuarium berukuran 40 x 40 x 40 cm dengan kepadatan 15 ekor udang per akuarium. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan. Pengukuran parameter meliputi aktivitas lisozim dan kelangsungan hidup dilakukan setelah uji tantang virus WSSV. Hasil penelitian ekstrak rumput laut *Laurencia* sp. dapat meningkatkan aktivitas lisozim pada udang windu dengan menunjukkan dosis 0,6 mg pada hari ke 3 memberi pengaruh nyata dan hasil terbaik dengan nilai tertinggi dengan nilai rata-rata 0.92 ± 0.06 dibandingkan dengan hari lain. Selanjutnya tingkat kelangsungan hidup udang windu tidak memberi pengaruh nyata yang telah diuji tantang menggunakan WSSV. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi imunostimulan melalui injeksi berbagai dosis dan bahan baku ekstrak rumput laut *Laurencia* sp. terhadap respon imun udang windu yang menunjukkan berpengaruh nyata setelah injeksi ekstrak rumput laut *Laurencia* sp. dengan dosis 0,6 mg pada hari ke 3 yang dapat merangsang peningkatan imunitas pada udang windu.

Kata kunci : Imunostimulan, Injeksi, *Laurencia* sp. Udang Windu

ABSTRACT

Weldayanti. L031181007. Increase of Lysozyme Activity and Resistance Against WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) in Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabr, 1798) trough Red Algae Extract *Laurencia* sp. Injection. Supervised by **Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D.** and **Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M.Sc.**

Immunostimulants can increase the function and activity of the immune system so that it is not susceptible to disease. One of the efforts to prevent disease is to use immunostimulants. Provision of immunostimulants that can be used to increase the body's defense system of shrimp from natural ingredients is seaweed. Red algae seaweed has potential as an immunostimulant, one of which is from *Laurencia* sp. seaweed. Seaweed has several active substances such as polysaccharides, fatty acids and proteins which show significant antitumor, antibacterial, antiviral and anti-oxidative activities. The purpose of this research is to analyze the influence of *Laurencia* sp. red algae extract. in increasing resistance to WSSV disease and increasing post-injection lysozyme activity in tiger shrimp (*Penaeus monodon*). This research was conducted from March to April 2022 at the Hatchery Center and Laboratory for Parasites and Fish Diseases, Faculty of Marine Sciences and Fisheries, Hasanuddin University. The test animals used in this study were tiger prawns kept in 12 aquariums measuring 40 x 40 x 40 cm with a density of 15 individuals per aquarium. This study used a completely randomized design (RAL) with 4 treatments and 3 replications each. Parameter measurements including lysozyme activity and survival were carried out after the WSSV virus challenge test. The results showed that *Laurencia* sp. seaweed extract. can increase the activity of lysozyme in tiger shrimp by giving a dose of 0.6 mg on day 3 gives a significant effect and the best results with the highest value with an average value of 0.92 ± 0.06 compared to other days. Furthermore, the survival rate of tiger shrimp did not have a significant effect as tested using the WSSV challenge. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the application of immunostimulants through injection of various doses and raw materials for seaweed extract *Laurencia* sp. on the immune response of tiger shrimp which showed a significant effect after the injection of *Laurencia* sp. seaweed extract. with a dose of 0.6 mg on day 3 which can stimulate increased immunity in tiger shrimp.

Keywords : Immunostimulants, injection, *Laurencia* sp, Tiger Shrimp

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Peningkatan Aktivitas Lisozim pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr, 1798) dan Ketahanan Terhadap Penyakit WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) Setelah Injeksi dengan Ekstrak Alga Merah *Laurencia* sp.”** dapat dibuat sesuai dengan yang diharapkan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Budidaya Perairan.

Pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi ini menyadari bahwa penulis banyaknya tantangan dan kesulitan yang dilalui, mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian, sampai akhir penyusunan skripsi ini. 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 yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dan tidak lupa saya ucapkan kepada :

1. Kedua Orang tua penulis Ayah dan Ibu yang saya sayangi bapak **Wedi S.Pd** dan ibu **St. Halijah** beserta keluarga saya yang cintai, sayangi dan hormati, serta banggakan. Terima kasih atas do'a-do'a baik yang tak henti-hentinya dan memberi semangat, dukungan, serta kasih sayangnya selama ini dan memberikan bantuan kepada penulis dalam bentuk apapun.
2. Bapak **Dr. Safruddin, M.P., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
3. Ibu **Dr. Ir. Siti Aslamyah, M.P** selaku Wakil Dekan I (Bidang Akademik, Riset, dan Inovasi) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
4. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si** selaku Ketua Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
5. Ibu **Dr. Ir. Sriwulan, M.P** selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

6. Ibu **Dr. Asmi Citra Malina, S.Pi, M.Agr., Ph.D.** selaku dosen pembimbing utama yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dan banyak membantu, memberikan motivasi, ilmu, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi. Semoga selalu dalam keadaan sehat dan sukses.
7. Bapak **Prof. Ir. Hilal Anshary, M.Sc** selaku dosen pembimbing anggota yang telah sabar memberikan pengarahan dan meluangkan waktunya, ilmu, saran dalam bimbingan untuk penelitian ini.
8. Ibu **Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si. M.Si** selaku dosen penguji atas segala masukan dan kritik, saran, serta motivasi yang diberikan sehingga dapat membantu dalam perbaikan dan terarah penelitian ini.
9. Bapak **Dr.Ir. Gunarto Latama, M.Sc** selaku dosen penguji atas segala masukan dan kritik, saran, serta motivasi yang diberikan sehingga dapat membantu dalam perbaikan dan terarah penelitian ini.
10. Bapak dan Ibu Dosen serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, dan pengalaman dan banyak bantuan kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuangan sekaligus partner penelitian **Nur Wira Reski Widyanti, Novalya Ramadhani** dan **Asriani** yang telah penuh kesabaran dan telah setia dan senantiasa bahu membahu dan bertukar pikiran, berbagi canda, tawa, suka dan duka kepada penulis.
12. Bestie seperjuangan **Anita Nur Jayanti Thamrin, Hutari Sidik** dan **Herni Azis** yang telah membersamai selama di perkuliahan hingga proses penulisan tugas akhir, atas semua kebaikan, persahabatan, perjuangan, kebersamaan baik suka dan duka, canda dan tawa dan banyak doa serta dukungan kepada penulis.
13. Teman-teman **KKN 106 UH Pinrang (Ippah, Pirda, Ros)** yang telah memberikan segala do'a, dukungan dan bantuan serta semangat kepada penulis.
14. Teman-teman seperjuangan **Program Studi Budidaya Perairan Angkatan 2018, LOUHAN 2018** atas segala kebaikan dan bantuannya dan yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
15. Semua pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, dengan senang hati

penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dalam penulisan berikutnya dapat lebih baik lagi.

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, 25 Januari 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized initial 'W' followed by a series of vertical and horizontal strokes.

Welayanti

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Wedayanti lahir di Parepare, 07 Oktober 2000 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Wedi S,Pd. dan St.halijah. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi semester VIII (Delapan) program studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis terlebih dahulu menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri 295 Pinrang.

Melanjutkan pendidikannya SMP Negeri 2 Pinrang, kemudian sekolah menengah atas (SMA) diterima di sekolah yang cukup favorit di pinrang yaitu SMA Negeri 5 Pinrang dan kemudian diterima di Universitas yang di impikan yaitu Universitas Hasanuddin (UNHAS) dalam Program Studi Budidaya Perairan, penulis di terima di Universitas Hasanuddin pada tahun 2018 melalui jalur SNMPTN. Penulis masuk di organisasi kampus yaitu UKM Bulutangkis dan aktif berorganisasi di luar kampus atau organisasi daerah yaitu KMP (Kerukunan Mahasiswa Pinrang) sebagai pengurus periode 2020.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSIP	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
BIODATA PENULIS	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Rumput Laut Laurencia sp.....	4
B. Udang Windu.....	5
1. Biologi Udang Windu.....	5
2. Sistem Pertahanan Tubuh Udang Windu.....	8
3. Penyakit Pada Udang Windu	9
4. Imunostimulan.....	11
III. METODE PENELITIAN	13
A. Waktu dan Tempat	13
B. Alat dan Bahan.....	13

C. Prosedur Penelitian	15
1. Hewan Uji.....	15
2. Koleksi Rumput Laut	15
3. Ekstraksi Rumput Laut	15
4. Persiapan Larutan Immunostimulan dengan Ekstrak Laurencia sp.	16
5. Uji Potensi Pemberian Ekstrak Laurencia sp.	16
6. Uji Tantang dengan WSSV	17
7. Variabel Peubah.....	18
a. Aktivitas Lisozim	17
b. Sintasan.....	17
c. Analisis Data	18
IV. HASIL	19
A. Aktivitas Lisozim.....	19
B. Sintasan	20
V. PEMBAHASAN	21
A. Aktivitas Lisozim.....	21
B. Sintasan	22
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
A. Kesimpulan.....	24
B. Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Rumput Laut <i>Laurencia</i> sp.....	4
2. Udang Windu (<i>P. monodon</i>)	6
3. Aktivitas lisozim pada udang windu (<i>P. monodon</i>) setelah pemberian perlakuan injeksi ekstrak <i>Laurencia</i> sp	19
4. Grafik Presentase (%) Kelangsungan Hidup (SR)	20

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Alat yang digunakan	13
2. Bahan yang digunakan	14

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Rata-rata Aktivitas Lisozim dan ANOVA	31
2. Data Rata-rata Sintasan dan ANOVA.....	33
3. Penentuan Dosis Injeksi	35
4. Dokumentasi Kegiatan	36

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang windu (*Panaeus monodon* Fabricius, 1798) merupakan salah satu komoditas budidaya unggulan di Asia (FAO, 2008). Hal ini karena udang windu memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu ukuran panen yang lebih besar, kandungan gizi yang tinggi dan mempunyai komoditas budidaya perikanan bernilai ekonomis. Hal ini terlihat dari perkembangan produksi udang windu cukup baik setiap tahunnya dengan ukuran udang yang besar dan harga jual yang tinggi membuat udang windu memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan.

Salah satu kendala dalam usaha budidaya tidak terlepas dari permasalahan yang muncul di suatu organisme yang ada di perairan yaitu adanya kematian akibat serangan berbagai jenis penyakit, baik yang disebabkan oleh bakteri maupun virus salah satunya WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) yaitu virus yang sering ditemui dalam usaha budidaya terutama pada petambak udang (Kono *et al.*, 2004). WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) adalah penyakit udang yang secara signifikan menyebabkan tingginya mortalitas udang dan kerusakan parah pada budidaya udang (Amrillah *et al.*, 2015). Adapun beberapa gejala klinis yang ditimbulkan oleh penyakit WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) adalah dapat memperlihatkan tanda-tanda yang jelas pada udang yang terserang virus WSSV berupa bintik putih pada jaringan di bawah karapak dan disertai seluruh tubuh udang kemerahan, hilangnya nafsu makan dan berenang di atas permukaan air seperti di kolam atau tambak (Lilisuriani, 2020).

Salah satu upaya pencegahan serangan penyakit bintik putih pada udang akibat infeksi WSSV adalah melalui peningkatan sistem imun atau sistem pertahanan tubuh pada udang, yaitu antara lain dengan menggunakan imunostimulan, vitamin, hormon dan antibiotik (Rahim *et al.*, 2020). Antibiotik hanya untuk bakteri, virus belum ada obat yang efektif sehingga imunostimulan menjadi pilihan untuk pencegahan. Untuk menghindari hal tersebut, usaha meningkatkan ketahanan tubuh yaitu dengan cara pemberian Imunostimulan yang ramah lingkungan merupakan pilihan yang tepat. Imunostimulan merupakan suatu bahan alami yang dapat meningkatkan berbagai sel imun, seperti fagositik, lisozim, *respiration burst* dan total sel darah putih dan sel darah merah serta hemosit pada udang. Adapun salah satu parameter imun dalam meningkatkan sistem imun adalah aktivitas lisozim yang memiliki peranan penting dalam mekanisme

pertahanan melawan infeksi virus. Lisozim merupakan salah satu enzim yang berperan dalam proses pertahanan tubuh pada udang atau imunitas udang. Menurut Manab *et al.* 2017. Lisozim mempunyai kemampuan untuk menginaktifkan virus tanpa memperhatikan aktivitas enzimnya melalui pembentukan kompleks yang tidak larut. Lisozim juga dapat membunuh virus yang berkembang di dalam sel tubuh karena sistem imun non spesifik berperan sebagai efektor dalam usaha mencegah infeksi dan mengeliminasi sel yang terinfeksi (Amelia, 2011).

Untuk mencegah terjadinya serangan penyakit, virus, bakteri dapat dilakukan dengan pengaplikasian imunostimulan ini diperlukan usaha dalam mencari sumber alternatif yang murah dan mudah dalam penanganannya, salah satunya adalah dari rumput laut. Menurut Castro *et al.* (2004) Salah satu sumber pemberian imunostimulan yang bisa digunakan untuk meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang dari bahan alami adalah rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu bahan yang digunakan sebagai imunostimulan karena merupakan sumber senyawa bioaktif yang telah terdeteksi pada alga hijau, coklat, dan merah (Satyantini *et al.*, 2016).

Rumput laut *Laurencia* sp. merupakan salah satu mikroalga yang mempunyai potensi sebagai imunostimulan yang diaplikasikan secara injeksi pada udang windu dengan menggunakan pelarut ethanol (Pangloli, 2019). Menurut Wijesekara *et al.* (2011) Rumput laut mengandung polisakarida sulfat yang tinggi, biopigmen dan mineral serta senyawa bioaktif lainnya. Polisakarida alga dapat memainkan peran penting dalam berbagai bioaktivitas seperti interaksi sel-sel, penambahan sel, dan pengenalan molekuler dalam sistem kekebalan (Bai and Tuvikene, 2021).

Sampai saat ini belum ada penelitian mengenai jenis alga yang berasal dari genus *Laurencia* sp sebagai agen imunostimulan untuk meningkatkan respon imun serta sebagai agen ketahanan terhadap serangan WSSV pada udang windu. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengkaji hal tersebut dan dibutuhkan penelitian lebih lanjut dari penelitian sebelumnya terkait spesies rumput laut alga merah (*Rhodophyceae*) salah satunya spesies *Laurencia* sp. Rumput laut *Laurencia* sp. diperkirakan memiliki potensi yang sama dengan jenis alga merah lainnya, namun sampai saat ini belum diketahui efektifitasnya sebagai agen imunostimulan yang dapat meningkatkan respon imun pada udang windu, maka dari itu diperlukan penelitian mengenai efektifitas rumput laut jenis *Laurencia* sp. dalam meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang windu (*P. Monodon*) terhadap serangan penyakit.

B. Tujuan dan kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi dan pengaruh ekstrak alga merah *Laurencia* sp. dalam meningkatkan ketahanan terhadap penyakit WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) dan meningkatkan aktivitas lisozim pasca injeksi pada udang windu (*Penaeus monodon*).

Kegunaan dari hasil penelitian ini yaitu diharapkan dapat menjadi informasi dalam menghasilkan produk imunostimulan rumput laut *Laurencia* sp yang dapat meningkatkan respon imun dan ketahanan tubuh pada udang windu (*Penaeus monodon*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumput Laut *Laurencia* sp.

Rumput laut dapat diartikan dengan seaweed yang merupakan salah satu sumberdaya hayati yang melimpah di perairan Indonesia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa rumput laut memiliki potensi yang masih terbuka dalam pengembangan bidang pencegahan maupun pengobatan penyakit, telah diketahui bahwa ekstrak rumput laut mempunyai aktivitas sebagai antitumor, menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen (Castro *et al.* 2004). Menurut Kasanah *et al.* (2015). Rumput laut dapat di klasifikasikan berdasarkan bentuk, jenis, dan warna pigmennya. Rumput laut hijau (*Chlorophyta*) mengandung klorofil sebagai pigmen utamanya. Alga coklat (*Phaeophyta*) mengandung pigmen fucoxantin dan alga merah (*Rhodophyta*) mengandung pigmen-pigmen seperti phycoerythrin, phycocyanin, phycobilins, klorofil a, β -karoten, dan xanthophyll.

Alga merah merupakan jenis rumput laut merah yang mengandung senyawa metabolit primer dan sekunder. Adapun jenis rumput laut alga merah yaitu termasuk *Laurencia* sp. *Halymenia durvillaei*. *Gracillaria* sp dan jenis alga merah lainnya. Salah satu dari jenis rumput laut merah yaitu *Laurencia* sp.

Klasifikasi *Laurencia* sp. dalam WoRMS adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Filum	: Rhodophyta
Kelas	: Florideophyceae
Ordo	: Ceramiales
Famili	: Rhodomelaceae
Genus	: <i>Laurencia</i>
Species	: <i>Laurencia</i> sp.



Gambar 1. Rumput Laut *Laurencia* sp.

Spesies dari *Laurencia* sp. Memiliki morfologi yaitu talus silindris yang tidak beraturan dan tebal. Pada ujung talus berwarna merah muda dan kecoklatan dan memiliki percabangan membentuk rumput yang rimbun. Alga merah dari genus *Laurencia* sp memiliki distribusi geografis yang sangat luas yang terdapat di semua samudera maupun dilautan terutama di pantai yang beriklim sedang hingga tropis. Jenis alga merah *Laurencia* sp. memiliki sekitar 130 spesies yang diterima secara taksonomi dan memiliki berbagai efek atau aktivitas biologis seperti antibakteri, antioksidan, dan antivirus (Al-Massarani, 2014). Rumput laut dimanfaatkan sebagai bahan mentah, agar-agar, algin dan keraginan. Keraginan merupakan polisakarida yang diekstraksi dari rumput laut merah yang mempunyai polisakarida dengan molekul yang tinggi dan merupakan campuran galaktan-galaktan linier yang mengandung sulfat dan larut dalam air (Maghfiroh, 2016).

B. Udang Windu (*Penaeus monodon*)

1. Biologi Udang Windu

Udang windu yang memiliki nama latin *penaeus monodon* atau biasa dikenal juga dengan sebutan *black tiger shrimp* yang merupakan salah satu jenis crustacea yang dibudidayakan secara luas. Jenis udang laut yang dapat mencapai ukuran besar, dapat mencapai panjang 35 cm dan berat sekitar 260 gram (Soetomo, 2000).

Jenis udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan udang asli dari perairan Indonesia dan jenis udang tersebut sangat digemari diseluruh dunia yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Disamping itu, udang tersebut sangat penting bagi sektor perikanan karena mempunyai nilai gizi yang tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai komoditas ekspor dan sumber devisa, serta memiliki nilai protein tinggi penunjang konsumsi masyarakat Indonesia maupun mancanegara (Pratiwi, 2018).

Menurut Fabricius (1798) dalam woRMS taksonomi pada udang windu adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Species	: <i>Penaeus monodon</i> Fabr, 1798.



Gambar 2. Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr, 1798).

Udang windu (*P. monodon*) memiliki ciri-ciri pada bagian kepala dilindungi oleh karapas dengan rostrum yang tajam melengkung. Pada rostrum bagian atas terdapat 7 atau 8 gerigi dan bagian bawah 2 atau 3 gerigi. Rostrum melebihi ujung tangkai antenulla. Dibagian mata terdapat sepasang mata majemuk (mata facet) bertangkai yang dapat digerakkan. Mulut terletak dibagian bawah kepala dengan rahang (*mandibular*) yang kuat. Sepasang antenna terletak dibagian kepala dengan dua pasang antenulla. Bagian badan (*abdomen*) terdiri dari 6 segmen yang satu dengan lainnya dihubungkan dengan selaput tipis. Terdapat 5 pasang kaki renang (*pleopod*) yang melekat pada segmen pertama sampai segmen kelima. Segmen ke enam adalah bagian ekor (*telson*) berbentuk kipas (uropod) dan diantaranya terdapat bagian yang runcing (Mujiman dan Suyanto, 2003 ; Pratiwi, 2008). Menurut (Kordi, 2010) Udang windu juga memiliki ciri-ciri kulit tubuh yang keras, berwarna hijau kebiru-biruan dan bercorak loreng-loreng besar. Udang windu yang sudah dewasa dan hidup dilaut, memiliki ciri-ciri warna kulit merah muda kekuning-kuningan dengan ujung kaki renang yang berwarna merah, sedangkan udang windu yang masih muda memiliki ciri khas berwarna merah muda dengan bintik-bintik hijau.

Perbedaan jantan dan betina dapat dilihat dari alat reproduksi antara udang jantan dan udang betina yang secara morfologi terlihat sangat jelas. Alat kelamin jantan udang disebut dengan *petasma*, yang terletak pada kaki renang pertama, sedangkan lubang saluran kelaminnya disebut dengan *gonophore* terletak diantara pangkal kaki jalan ketiga. Alat kelamin udang betina disebut *thelycum* yang terletak diantara kaki jalan keempat dan kelima (Pratiwi, 2008). Pada udang jantan dewasa, gonad akan menjadi testis yang berfungsi sebagai penghasil sperma. Sedangkan pada udang betina gonad akan menjadi telur (ovarium) yang berfungsi menghasilkan telur. Ovarium yang telah matang akan menghasilkan telur dalam jumlah yang banyak. Sperma yang dihasilkan oleh udang jantan pada saat kawin akan dikeluarkan dalam kantung sperma (*spermatophore*). Apabila udang betina bertelur *spermatophore* akan pecah dan sel-sel sperma akan membuahi telur diluar badan induknya (Mujiman dan Suyanto, 2003 ; Pratiwi, 2008).

Udang windu melakukan perkawinan dan pemijahan di laut bebas yang terjadi sepanjang tahun namun musim puncaknya yakni pada awal dan akhir musim hujan. Hal ini dipengaruhi oleh perubahan yang mendadak pada suhu dan kadar garam yang dapat memberikan rangsangan pada induk udang yang telah matang gonad agar segera memijah. Pasca memijah telur-telur ditempatkan pada bebatuan di dasar laut. Telur yang dikeluarkan akan menetas menjadi nauplius pada stadium pertama udang akan berganti kulit (*ecdysis*) beberapa kali sebelum kemudian memasuki stadia zoea yang makanannya utamanya berasal dari lingkungan sekitar yang bersifat planktonik. Kemudian dari stadia zoea kemudian berkembang menjadi mysis yang akan tumbuh menjadi pasca larva setelah beberapa kali mengalami pergantian kulit. Perkembangan stadium nauplis sampai ke stadia larva membutuhkan waktu selama 12 hari. Udang pada pasca larva mampu menyesuaikan diri pada salinitas yang berkisaran 2 - 40 ppt dan suhu yang cukup tinggi pada perairan mangrove dan sungai (Faqih, 2013).

Dalam budidaya udang windu yang memegang peranan penting adalah pengelolaan air dan pakan alami. Plankton merupakan pakan alami yang memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan sintasan udang dalam mendukung pertumbuhan ikan dan udang yang dibudidayakan. Kelimpahan plankton dalam suatu perairan sangat dipengaruhi oleh tingkat kesuburan perairan yang juga dipengaruhi oleh musim. Keberhasilan pemeliharaan udang sangat ditentukan oleh ketersediaan makanan alami. Secara biologi semua bentuk kehidupan di alam sesuai dengan jenis, stadia dan ukuran tergantung dari makanan dan nilai gizi yang terkandung dalam makanan tersebut. Umumnya larva udang pada awalnya memakan pakan alami berupa plankton, kemudian bertambah besar makanannya mulai berubah dari fitoplankton ke zooplankton (Sahabuddin dan Suwoyo, 2018).

Udang windu mempunyai sifat nokturnal yakni aktif bergerak dan mencari makan pada malam hari. Apabila udang mendapat sinar terlalu cerah maka udang akan berlindung di dasar perairan. Jenis udang ini juga peka terhadap kondisi dasar tambak yang kotor dan busuk yang dapat menyebabkan udang jadi stres. Kondisi stres dapat mengakibatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit menurun sehingga udang mudah terserang wabah penyakit (Suyanto dan Takarina 2009). Menurut (Mujiman dan Suyanto, 2003) Tingkah laku udang windu (*P. monodon*) umumnya bersifat kanibal dengan memangsa sesama jenis misalnya udang yang sedang dalam proses *moulting* pergantian kulit yang sering dimakan oleh udang lain. Udang windu memiliki daya tahan yang kuat terhadap suhu dan salinitas. Udang yang masih benih bersifat *euryhaline* yang tahan terhadap kadar garam oleh sebab itu dapat dipelihara mulai dari kisaran salinitas 20-30 %.

2. Sistem Pertahanan Tubuh Udang Windu

Sistem pertahanan tubuh pada hewan invertebrata termasuk salah satu adalah udang yang berperan dalam mekanisme pertahanan tubuh pada hemosit dalam penyebaran dan peningkatan jumlah hemosit yang di asumsikan sebagai bentuk respon imun seluler pada tubuh udang. Peningkatan daya tubuh pada udang dapat diketahui dari peningkatan aktivitas fagosit dari hemosit yang berfungsi dapat melakukan fagositosis terhadap benda asing yang masuk dalam tubuh inang. Fagositosis berperan penting dalam mekanisme pertahanan non spesifik yang dapat melindungi terhadap penyakit yang masuk di dalam tubuh udang (Mahasri *et al.*, 2018).

Pertahanan fisik yang berperan sebagai pertahanan terluar pada udang adalah kulit, sedangkan sistem imun seluler terdiri dari Hemosit dan *fixed phagocytes* (sel yang tidak bergerak yang tersebar pada insang, jantung, dan jaringan pengikat). Hemosit merupakan faktor yang sangat penting dalam sistem pertahanan seluler yang bersifat non spesifik. Peningkatan total hemosit ini mengindikasikan bahwa meningkatnya reaksi pertahanan tubuh karena adanya partikel asing yang masuk kedalam tubuh udang. Partikel asing yang masuk ke dalam tubuh udang, akan dikenali oleh reseptor sel hemosit hingga menghasilkan respons seluler seperti intercellular signaling cascade, fagositosis, enkapsulasi, dan agregasi nodular (Rodriguez dan Moullac, 2000).

Pertahanan tubuh pada udang masih sangat primitif dan tidak memiliki sel memori dan tidak mempunyai immunoglobulin yang berperan dalam mekanisme kekebalan tubuh, berbeda dengan hewan vertebrata lainnya yang sudah mempunyai antibodi spesifik. Udang mempunyai daya tahan alami yang bersifat non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik (mekanik), kimia, seluler dan humoral. Daya tahan alami dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan sehingga terdapat tingkatan yang berbeda-beda bergantung strain, lingkungan pemeliharaan, spesies maupun family (Ridlo dan Pramesti, 2009).

Udang dapat mengandalkan sistem kekebalan tubuh bawaan yang terdiri dari respon imun seluler dan respon imun humoral yang bekerja untuk perlindungan terhadap patogen dan terhadap infeksi mikroba. Respon imun humoral melibatkan enzim non-spesifik atau faktor dalam hemolim seperti lektin, phenoloksidase dan peptida antimikroba (AMP) yang dapat menghilangkan, membunuh dan menghambat pertumbuhan dan penyebaran patogen (Zhang *et al.*, 2021). Menurut Mahasri *et al.* (2018) Sistem pertahanan tubuh humoral yang termasuk profenoloksidase (proPO), fenoloksidase (PO), lektin dan agglutinin yang dapat memberikan perlindungan tubuh terhadap infeksi yang disebabkan

organisme patogen di lingkungan. Sel hialin juga dapat berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh pada udang yang diaktifkan opsonin di hasilkan dari proPO menjadi PO dalam glanular.

Hemosit crustasea juga mempunyai peranan untuk melawan patogen dengan menginduksi berbagai respon seluler dan humoral termasuk pembekuan, lisis patogen dan penyembuhan luka (Kulkarni *et al.*, 2021). Menurut Ekawati *et al.*, (2012). Hemosit mempunyai peranan penting dalam respon seluler pertahanan tubuh udang yang meliputi fagositosis, engkapsulasi, melanisasi. Hemosit juga berfungsi dalam formasi melanin pada fase akhir penyembuhan atau perbaikan luka. Enzim yang terlibat dalam formasi melanin adalah phenoloxidase (PO) dan telah ditemukan terdapat dalam hemolim dan kulit arthropoda. Berdasarkan ada tidaknya granula sitoplasma, hemosit dibagi menjadi 3 jenis yaitu sel hialin, sel semi granular dan sel granular.

Enzim phenoloxidase (PO) terdapat dalam hemolim sebagai *inactive pro-enzyme* yang disebut proPO. Sistem aktivasi proPO dipertimbangkan sebagai bagian bagian dari system imun yang mungkin bertanggung jawab terhadap proses pengenalan benda asing dalam system pertahanan krustasea. Sistem proPO dapat digunakan sebagai marker kesehatan udang dan lingkungan karena perubahan system proPO berkolerasi dengan tahap infeksi dan variasi lingkungan (Manoppo dan Kolopita, 2014).

3. Penyakit pada Udang

Serangan penyakit merupakan masalah utama yang dihadapi oleh para pembudidaya perikanan. Seiring dengan perkembangan produksi udang diseluruh dunia utamanya di Indonesia sebagai salah satu komoditi unggulan dalam sektor budidaya bukan berarti udang tidak terinfeksi oleh virus ataupun parasit. Serangan beberapa penyakit pada udang windu merupakan salah satu penyebab kegagalan produksi. Infeksi virus dan infeksi bakterial termasuk penyebab utama terjadinya kematian massal udang windu (Lilisuriani, 2020).

Serangan penyakit yang paling berbahaya bagi udang windu dan banyak menimbulkan kerugian bagi petambak di Indonesia adalah serangan virus *White Spot Syndrome Virus (WSSV)*, *Monodon Baculo Virus (MBV)*, *Baculovirat Midgut Necrosis Virus (BMNV)*, *infectious Hypodermal and Haemotophoeitic Necrosis Virus (IHHNV)*, *Spawne r Mortality Vlrus (SMV)*' dan *Hepatopancreatic Parvo-like Virus (HPV)* (Walker & Cowley, 2003). Menurut Iskandar (2019) Virus WSSV (*White Spot Syndrom Virus*) termasuk dalam famili *Baculoviridae* yang merupakan virus DNA beruntai ganda, yang

terbagi dalam tiga subgroup yaitu virus polyhedral yang berkembang biak di dalam inti sel dan membentuk badan inklusi yang di dalamnya banyak mengandung satu partikel virus, dan virus granulositis. Penyebab penyakit WSSV adalah virus SEMBV (System Ectodermal and Mesodermal Baculo Virus). Virus ini merupakan virus berbahan genetic DNA (Dioxyribonucleic Acid), berbentuk batang (*Bacilliform*). Organ yang terinfeksi virus WSSV yaitu kaki renang, kaki jalan, otot abdomen, karapaks hingga menimbulkan infeksi yang sistemik (Menyeluruh). Cara penularan penyakit terjadi hanya melalui seperti benih udang yang ditebar sudah terkontaminasi WSSV sejak di pembenihan (Wahjuningrum *et al.*, 2006).

Adapun serangan WSSV yang menyerang udang windu dapat dilihat dari gejala klinis yaitu badannya menjadi kemerahan dan timbulnya bercak putih yang terdapat di bawah karapas, ekor yang tampak jelas di lihat dan bintik – bintik putih sudah menyebar ke bagian tubuh udang, antenna patah dan mata rusak serta berenang di atas permukaan air. Hal ini sesuai dengan Lilisuriani (2020) Gejala klinis yang terserang WSSV adalah adanya bercak putih pada jaringan bawah karapaks yang tampak kelihatan dari luar. Gejala lain yang ditimbulkan udang terserang WSSV adalah badannya berwarna kemerahan. Bila udang yang terserang WSSV tetapi belum terdapat tanda bintik putih, di kategorikan pada tipe III (kronis) dimana infeksi yang di alami oleh jaringan rendah sehingga bintik putih dan kemerahan pada udang tidak tampak. Penyakit bercak putih yang disebabkan oleh WSSV merupakan penyakit utama udang yang telah menghancurkan usaha udang windu di berbagai negara termasuk di Indonesia. Sejak pertama di deteksi di Taiwan pada tahun 1992, penyakit udang tersebut telah menyebar ke berbagai belahan dunia dan menjadi penyebab kegagalan industry tambak udang (Arafani *et al.*, 2016).

Virus WSSV dapat menginfeksi pada stadia Post Larva (PL) sampai udang memiliki berat 40 gram. WSSV dapat menyebabkan kematian udang sampai 100% selama 3 – 10 hari setelah timbulnya gejala klinis dan memiliki tingkat virulensi yang tinggi dan menyebabkan kematian massal dalam jangka 2 – 33 hari setelah udang teridentifikasi terserang penyakit ini. Tanda tersebut akan terlihat jelas ketika udang telah mencapai bobot 3 – 5 gram, sedangkan dibawah itu akan sulit untuk menentukan apakah udang terserang penyakit atau tidak. Selain bercak putih pada karapas udang juga yang terinfeksi oleh WSSV akan mengalami perubahan tingkah laku yaitu menurunnya aktifitas berenang, berenang tidak terarah dan sering kali berenang pada salah satu sisi tambak. Selain itu udang juga cenderung bergerombol pada tepi tambak dan berenang ke permukaan (Rahma *et al.*, 2014).

Serangan WSSV pada udang windu selain terjangkit secara horizontal yang penularannya dapat melalui lingkungan tambak, dan krustasea lainnya juga dapat melalui penularan vertikal melalui induk yang telah terinfeksi WSSV dapat menurunkan ke naupli yang dihasilkan. Selain itu bahwa dalam sistem budidaya, virus ini dapat di transmisi lewat proses kanibalisme udang yang baru mati (Mulyani *et al.*, 2004).

Usaha dalam pengendalian penyakit masih mengandalkan antibiotik sintetik karena harganya yang murah dan cepat membunuh bakteri, dengan penggunaan antibiotik secara terus menerus akan mengakibatkan dampak yang tidak baik terhadap organisme dan lingkungan. Penggunaan imunostimulan telah banyak dilakukan sebagai pencegahan penyakit pada budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) (Tompo *et al.*, 2012).

4. Imunostimulan

Imunostimulan merupakan senyawa kimia, obat atau bahan lainnya yang mampu meningkatkan mekanisme respon imun. Ada beberapa jenis imunostimulan yaitu salah satunya Lipopolisakarida (LPS) merupakan salah satu imunostimulan yang digunakan untuk stimulasi sel B. Imunostimulan dapat meningkatkan aktivitas dan reaktivitas sel pertahanan seluler dan humoral, yang sering dipakai untuk imunostimulan adalah Lipopolisakarida (LPS) dan β glukukan. Penggunaan imunostimulan dapat diberikan melalui injeksi, pakan dan perendaman (Anderson, 1992 ; Alifuddin, 2007). Menurut Mameloco and Traifalgar, (2020) Beberapa dari senyawa dari komponen seluler mikroba yang termasuk glukukan, lipopolisakarida, mannose dan peptidoglikan telah di uji dan memperoleh efek imunostimulan yang kuat pada udang.

Imunostimulan dapat mengaktifkan sel darah putih (leukosit) sehingga organisme dapat lebih tahan terhadap infeksi penyakit, virus, bakteri, jamur dan parasite (Raa, 2000). Imunostimulan yang masuk kedalam tubuh udang dapat merangsang haemosit, sel haemosit pada udang yang diaktifkan oleh imunostimulan akan melakukan aktivitas fagositik pada udang oleh sel hyalin granular dan semi granular berbagai bahan sudah mulai dikembangkan untuk imunostimulan pada udang dengan memanfaatkan berbagai dari patogen, mikro dan makro alga. Dalam pemberian imunostimulan pada udang tidak memberikan efek samping sehingga aman untuk digunakan dan sangat baik untuk diterapkan pada organisme yang tidak mempunyai sel memori dalam sistem imun udang sehingga dapat merangsang dan memaksimalkan respon imun non spesifik (Kwang, 1996).

Imunostimulan pada udang dalam meningkatkan respon imun humoral seperti aktivitas lisozim dan respon imun seluler untuk mencegah serangan penyakit. Pemberian ekstrak pada rumput laut mampu meningkatkan aktivitas lisozim sehingga dapat menghindari dan pertahanan melawan dari serangan infeksi penyakit. Menurut Harikrishnan *et al*, (2012) Fungsi aktivitas lisozim sebagai faktor pertahanan dari imunitas humoral dalam mekanisme pertahanan seluler dan mempunyai kemampuan yang dapat memecah dinding sel patogen membuat lisozim melawan mikroorganisme berbahaya seperti virus, bakteri, dan penyakit secara alami.

Salah satu sumber imunostimulan yang bisa digunakan dalam meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang adalah rumput laut. Rumput laut merupakan alga multiseluler yang mengandung substansi yang aktif secara imunologi (Castro *et al.*, 2004). Menurut Wijesekara *et al*, (2011) rumput laut merupakan senyawa bioaktif yang terdapat pada alga merah, alga hijau, alga coklat yang memproduksi berbagai karakteristik metabolit sekunder dan spektrum aktivitas yang luas. Ekstrak rumput laut merupakan salah satu bahan yang digunakan pada imunostimulan karena merupakan sumber senyawa bioaktif yang telah terdeteksi pada alga hijau, coklat, dan alga merah. Dinding sel alga laut terdapat polisakarida sulfat yang terkandung dalam alga merah dan memiliki banyak senyawa bioaktif menguntungkan sebagai antikoagulan, antioksidan, serta menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen dan fagositosis.

Potensi alga merah sebagai imunostimulan yaitu mengandung polisakarida yang dapat menunjang peningkatan sistem imun pada budidaya seperti ikan dan jenis krustacea lainnya, seperti pernyataan Rustikawati (2012) polisakarida kompleks pada dinding sel alga merupakan komponen terbesar yang mampu meningkatkan imunitas dan dapat merangsang produksi sel-sel imun yang membantu dalam melawan bakteri patogen dan virus. Adapun mekanisme kerja polisakarida dalam meningkatkan sel imun yaitu dengan menginduksi sel pembentuk leukosit untuk menghasilkan lebih banyak sel-sel yang terdapat didalam leukosit yaitu limfosit, monosit, dan neutrofil.

Dinding sel dari alga laut kaya akan polisakarida sulfat (SPs) seperti karagenan yang terdapat didalam alga merah dan memiliki banyak senyawa bioaktif menguntungkan sebagai anti koagulan, antioksidan, antiviral, antikanker, dan aktivasi modulasi imun (Wijesekara *et al.*, 2011) Karagenan merupakan polisakarida yang tersusun dari unit-unit galaktosulfat yang bersifat polianion yang dihasilkan dari ekstraksi alga merah (*Rhodophyceae*) (Hudha *et al.*, 2012).