

SKRIPSI

**PENGARUH INJEKSI EKSTRAK RUMPUT LAUT *Laurencia* sp. TERHADAP
PENINGKATAN RESPON KEKEBALAN TUBUH UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabr. 1798)**

Disusun dan diajukan oleh

NUR WIRA RESKI WIDYANTI

L031 18 1323



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

2023

SKRIPSI

NUR WIRA RESKI WIDYANTI

L031 18 1323

**PENGARUH INJEKSI EKSTRAK RUMPUT LAUT *Laurencia* sp. TERHADAP
PENINGKATAN RESPON KEKEBALAN TUBUH UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabr. 1798)**

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

**PENGARUH INJEKSI EKSTRAK RUMPUT LAUT *Laurencia* sp. TERHADAP
PENINGKATAN RESPON KEKEBALAN TUBUH UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabr. 1798)**

Disusun dan diajukan oleh

**NUR WIRA RESKI WIDYANTI
L031 18 1323**

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 26 Januari 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

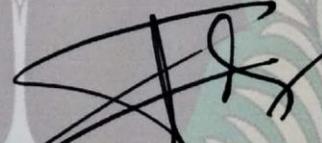
Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota



Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D

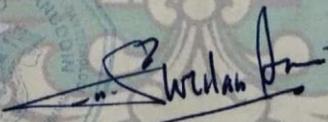
NIP. 19721228 200604 2 001



Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M. Sc.

NIP. 19671012 199202 1 001

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Sriwulan, MP.

NIP. 19660630 199103 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Wira Reski Widyanti
NIM : L031 18 1323
Program Studi : Budidaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul

**“Skripsi dengan judul ”Pengaruh Injeksi Ekstrak Rumput Laut *Laurencia* sp.
Terhadap Peningkatan Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu
(*Penaeus monodon* Fabr. 1798)”**

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, 26 Januari 2023

Yang menyatakan



Nur Wira Reski Widyanti
L031 18 1323

PERNYATAAN AUTHORSIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

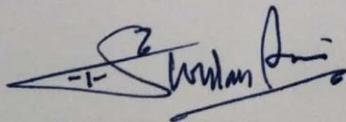
Nama : Nur Wira Reski Widyanti
NIM : L031 18 1323
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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.

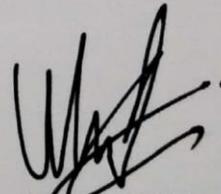
Makassar, 26 Januari 2023

Mengetahui
Ketua Program Studi

Penulis



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



Nur Wira Reski Widyanti
Nim. L031 18 1323

ABSTRAK

Nur Wira Reski Widyanti. L031181323. Pengaruh Injeksi Ekstrak Rumput Laut *Laurencia* sp. Terhadap Peningkatan Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr. 1798). Dibawah bimbingan **Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D** Sebagai Pembimbing Utama dan **Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M. Sc.** Sebagai Pembimbing Anggota

Famili dari alga merah (*Rhodomelaceae*) yang berpotensi dapat dimanfaatkan sebagai imunostimulan salah satunya yaitu dari spesies *Laurencia* sp. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh ekstrak rumput laut *Laurencia* sp. pasca injeksi terhadap respon imun pada udang windu (*Penaeus monodon*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-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 dengan berat rata-rata 10 ± 0.66 gram dan wadah penelitian adalah 12 akuarium berukuran 40x40 dengan kepadatan 15 ekor udang per akuarium. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan dengan dosis 0, 0.2, 0.6, dan 1 mg/ekor. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi imunostimulan ekstrak *Laurencia* sp. yang diinjeksikan pada udang windu dapat meningkatkan aktivitas fagositosis serta injeksi ekstrak *Laurencia* sp. pada udang windu yang memberikan efek yang paling baik terhadap respon imun adalah pada dosis 0.6 mg pada hari ke-5 pasca injeksi.

Kata kunci : *Laurencia* sp., Respon Imun, Udang Windu

ABSTRACT

Nur Wira Reski Widyanti. L031181323. The Effect of Injection of *Laurencia* sp. Seaweed Extract on enhancement of the Immune Response of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabr. 1798). Under the guidance of **Asmi Citra Malina, S.Pi., M.Agr., Ph.D** As Principal Advisor and **Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M. Sc.** As Member Advisor

The family of red algae (Rhodomelaceae) that has the potential to be used as an immunostimulant, one of which is from the species *Laurencia* sp. The purpose of this study was to evaluate the effect of post-injection *Laurencia* sp. seaweed extract on the immune response of tiger shrimp (*Penaeus monodon*). This research was conducted from March to April 2022 at the Mini Hatchery and Laboratory of Fish Parasites and Diseases, Faculty of Marine and Fisheries Sciences, Hasanuddin University. The test animals used in this study were tiger shrimp with an average weight of 10 ± 0.66 gr. The shrimps were maintained in 12 aquarium with 40 cm x 40 cm measurement. With total of 15 shrimps were distributed in each aquarium. This study used a completely randomized design (CRD) method with 4 treatments and 3 replications. The doses tested were 0, 0.2, 0.6, and 1 mg extracted seaweed/shrimp. The results of the study shown that the application of the immunostimulant *Laurencia* sp. extract injected into tiger shrimp could enhance phagocytosis activity and the highest immune response was found at a dose of 0.6 mg on the 5th day post injection.

Keywords: Laurencia sp., Immune response, Tiger Shrimp

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayahnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Injeksi Ekstrak Rumput Laut *Laurencia* sp. Terhadap Peningkatan Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr. 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 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 Sumijur Usman dan Yatni Yamani dan adik tercinta Muh. Yusuf Syawal Anugrah serta semua keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan moril, memberikan semangat dan kasih sayang yang tidak pernah terputus dan doa yang tiada hentinya serta perhatian yang tidak ada habisnya kepada penulis.
2. Bapak Safruddin, S.Pi., M.P., Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
3. Ibu Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP. selaku Wakil Dekan Bidang Akademik, Riset Inovasi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Fahrul, S.Pi, M.Si. selaku Ketua Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.
5. Ibu Dr. Ir. Sriwulan, MP. selaku Ketua Prodi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
6. Ibu 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 sehat dan sukses.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary selaku pembimbing anggota yang telah sabar memberikan pengarahan, ilmu dan saran untuk penelitian ini.
8. Bapak Dr.Ir. Gunarto Latama, M.Sc dan Ibu Dr. Ir. Sriwulan, MP. selaku penguji yang telah banyak memberikan ilmu dan saran yang bermanfaat kepada penulis.

9. Kepada Pak Yulius dan Kak Ismail selaku Staf Hatchery yang memberkan izin dan senantiasa sabar dalam membantu serta memberikan ilmu selama penelitian di Hatchery hingga akhir.
10. Bapak dan Ibu Dosen serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS yang telah memberikan banyak ilmu, motivasi, dan pengalaman serta banyak bantuan kepada penulis.
11. Teman-teman seperjuangan sekaligus partner penelitian Novalya Ramadhani, Weldayanti dan Asriani yang telah penuh kesabaran, setia, bahu membahu dan bertukar pikiran, berbagi canda, tawa, suka dan duka kepada penulis.
12. Sahabat seperjuangan saya dari SMA hingga sekarang Liliana Sandry yang telah memberikan bantuan, dukungan serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
13. Sahabat virtual saya Rry, Rey dan Tata yang telah membersamai hingga proses penulisan tugas akhir. Terima kasih atas semua kebaikan, nasehat, kebersamaan baik suka dan duka, canda dan tawa serta segala doa dan dukungannya kepada penulis.
14. Teman-teman Anggur: Anggie, Muli, Tika dan Sri yang telah memberikan segala doa dan dukungan serta semangat kepada penulis.
15. Teman-teman KKN: Azizah, Ilmi dan Widya yang selalu memberi support dan doa kepada penulis
16. 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.

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, 26 Januari 2023



Nur Wira Reski Widyanti
L031 18 1323

RIWAYAT PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Nur Wira Reski Widyanti lahir di Makassar, 11 November 2000, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Sumijur Usman dan Yatni Yamani. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis terlebih dahulu menyelesaikan Sekolah Dasar di SD Negeri Tangkale II pada tahun 2012, SMP Negeri 36 Makassar pada tahun 2015, SMA Negeri 14 Makassar pada tahun 2018 dan diterima di Universitas Hasanuddin Program Studi Budidaya Perairan melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Dalam rangka menyelesaikan pendidikan dan merupakan syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Perikanan, penulis melakukan penelitian dengan judul, **“Pengaruh Injeksi Ekstrak Rumput Laut *Laurencia* sp. Terhadap Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr. 1798)”** yang dibimbing oleh Ibu Asmi Citra Malina, S.Pi, M.Agr., Ph.D dan Bapak Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M. Sc.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PERNYATAAN AUTHORSIP	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
RIWAYAT PENULIS	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Rumput Laut Genus Laurencia.....	4
B. Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>).....	6
1. Biologi Udang Windu.....	6
2. Sistem Pertahanan Udang Windu.....	7
C. Penyakit Pada Udang Windu.....	8
D. Immunostimulan Pada Ikan dan Udang.....	9
E. Immunostimulan Rumput Laut.....	10
III. METODE PENELITIAN	12
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Prosedur Penelitian.....	13
A. Hewan Uji.....	13
B. Koleksi Rumput Laut.....	13

C. Ekstraksi Rumput Laut.....	14
D. Persiapan Larutan Immunostimulan dengan Ekstrak <i>Laurencia</i> sp.....	14
E. Uji Potensi Pemberian Ekstrak <i>Laurencia</i> Sebagai Immunostimulan.....	14
F. Variabel Peubah.....	15
a. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	15
b. <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC).....	15
c. Aktivitas Fagositosis.....	16
G. Analisis Data.....	16
IV. HASIL	17
A. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	17
B. <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC).....	18
C. Fagositosis.....	19
V. PEMBAHASAN.....	20
A. <i>Total Haemocyte Count</i> (THC).....	20
B. <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC).....	21
C. Fagositosis.....	22
VI. PENUTUP	24
A. Kesimpulan.....	24
B. Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rumput laut <i>Laurencia</i> sp.....	5
Gambar 2. Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>).....	6
Gambar 3. Grafik Total Haemocyte Count (THC) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) setelah pemberian perlakuan injeksi ekstrak <i>Laurencia</i> sp.	17
Gambar 4. Tabel Differential Haemocyte Count (DHC) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) setelah pemberian perlakuan injeksi ekstrak <i>Laurencia</i> sp.	18
Gambar 5. Grafik Aktivitas fagositosis Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) setelah pemberian perlakuan injeksi ekstrak <i>Laurencia</i> sp.	19

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu	12
Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu	13

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Data <i>Total Haemocyte Count</i> (THC) yang diberi berbagai dosis ekstrak <i>Laurencia</i> sp	31
2.	Hasil analisis ragam <i>Total Haemocyte Count</i> (THC)	31
3.	Rata-rata <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC) yang diberi berbagai dosis ekstrak <i>Laurencia</i> sp	33
4.	Hasil analisis ragam <i>Differential Haemocyte Count</i> (DHC) pada Hialin, Granular dan Semi granular	34
5.	Rata-rata aktivitas fagositosis	39
6.	Analisis ragam aktivitas fagositosis	39
7.	Penentuan dosis injeksi	41
8.	Dokumentasi kegiatan	42

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu jenis udang yang sangat diminati oleh konsumen dalam komoditas pasar global (Tirtadanu. & Chodirjah, 2020). Permintaan konsumen dipengaruhi oleh kebutuhan manusia akan protein yang dibutuhkan. Protein udang windu berkisar antara rata-rata $149,000 \pm 0,65$ mg dan kandungan protein pada *P. vanname* yaitu $101,19 \pm 0,06$ mg/gm. Meningkatnya permintaan konsumen akan udang windu membutuhkan proses penangkapan langsung dari habitatnya maupun budidayanya (Tjahjo et al., 2019). Hal tersebut membuat produksi udang windu harus terus dikembangkan secara konsisten agar dapat memenuhi kebutuhan domestik secara komersial dan dapat meningkatkan perekonomian (Christanti et al., 2021).

Permasalahan yang sering terjadi dalam kegagalan produksi udang windu adalah kualitas air yang buruk selama masa pemeliharaan, terutama pada tambak intensif. Padat tebar yang tinggi serta pemberian pakan yang berlebihan dapat menyebabkan kondisi kualitas air menurun. Hal ini disebabkan oleh akumulasi bahan-bahan organik dalam bentuk ekskresi residu pakan, serta feses. Apabila kualitas air media udang windu menurun maka dapat membahayakan benih udang windu yang dipelihara (Evania et al., 2018). Permasalahan – permasalahan dalam kualitas air bisa menjadi pemicu terjadinya stress terhadap ikan. Akibat stress tersebut dapat menyebabkan sistem pertahanan tubuh menurun yang bisa menyebabkan mudahnya timbul penyakit. Sarjito et al., (2013) menyatakan bahwa timbulnya penyakit adalah suatu proses yang dinamis dan merupakan interaksi antara inang (*host*), jasad penyakit (patogen) dan lingkungan. Dalam kegiatan budidaya ikan, apabila hubungan ketiga faktor adalah seimbang sehingga tidak timbul adanya penyakit. Penyakit akan muncul jika lingkungan kurang optimal dan keseimbangan terganggu. Secara umum, timbulnya penyakit pada ikan merupakan hasil interaksi yang kompleks antara 3 komponen dalam ekosistem budidaya yaitu inang (ikan) yang lemah akibat berbagai stressor, patogen yang virulen dan kualitas lingkungan yang kurang optimal. Ketiga komponen tersebut dalam bentuk lingkaran yang akan saling berinteraksi satu sama lain.

Saat ini serangan penyakit virus yang paling berbahaya dan menimbulkan kerugian yang sangat besar bagi petambak yaitu virus *White Spot Syndrome Virus* (WSSV), *Taura Syndrome Virus* (TSV), *Yellow Head Virus* (YHV), *Infectious Myonecrosis Virus* (IMNV), dan *Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus* (IHHNV) (Lilisuriani, 2020).

Beberapa upaya telah dilakukan untuk mengurangi dampak penyakit, seperti penggunaan bahan kimia, obat-obatan dan probiotik. Namun, upaya ini belum efektif dalam mengendalikan penyakit selama pemeliharaan. Selain itu, penggunaan antibiotik dapat menimbulkan dampak negative, seperti munculnya mikroorganisme yang resistan terhadap obat dan meninggalkan residu antibiotik pada udang dan lingkungannya (Srisapoome et al., 2018). Hal yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya infeksi virus yaitu meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang agar mampu bertahan dari serangan virus atau bakteri yang dapat mengancam kegagalan panen pada pembudidaya udang. Peningkatan sistem pertahanan tubuh udang dapat dilakukan dengan penggunaan imunostimulan. Pemberian imunostimulan bertujuan untuk mengaktifkan sistem imun non-spesifik sel seperti hemosit pada avertebrata (Putri et al., 2013).

Imunostimulasi biasanya dilakukan dengan cara pemberian komponen mikrobial seperti β -glukan dan lipopolisakarida (LPS) atau sel bakteri yang telah dimatikan. Imunostimulan dapat diberikan melalui penyuntikan, perendaman, dan oral (Ganeshamurthy et al., 2014). Kelemahan dari penggunaan imunostimulan yaitu harganya yang relatif mahal, sehingga diperlukan sumber alternatif imunostimulan yang murah serta mudah penanganannya, contohnya yaitu rumput laut (Ridlo & Pramesti, 2009). Kilawati & Islamy (2021) menyatakan bahwa ekstrak rumput laut mempunyai aktivitas kemotaksis *macrophage* serta menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen. Rumput laut *Ulva* sp., *Dendrilla* sp., *Spirulina* sp., *Enteromorpha* sp., *Dictyota* sp., dan *Porphira* sp. telah terbukti mampu meningkatkan aktivitas imunostimulan udang (Castro et al., 2004).

Polisakarida dari alga merah mampu meningkatkan aktivitas *phagocytic macrophage* serta mampu melawan infeksi bakteri setelah disuntik secara intraperitoneal pada ikan *Cyprinus carpio* (Castro et al., 2004). Selain itu, manusia memanfaatkan polisakarida dari rumput laut merah sebagai sumber pangan, sumber senyawa hidrokoloid untuk industri kosmetik serta obat-obatan (Kasanah et al., 2021). Banyak genus dari alga merah (*Rhodophyceae*) yang berpotensi dan dapat dimanfaatkan sebagai imunostimulan salah satunya adalah dari genus *Laurencia*. Genus *Laurencia* memiliki aktivitas biologi antivirus, antibakteri, antijamur, dan antikoagulasi (Al-Massarani, 2014). Penelitian tentang penggunaan *Laurencia* dalam meningkatkan pertumbuhan dan penyakit vibriosis sudah dilakukan pada *Litopenaeus vannamei* (Dashtiannasb & Yeganeh, 2017). Namun sampai saat ini, belum ada penelitian mengenai genus *Laurencia* sebagai imunostimulan pada udang windu, oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengkaji hal tersebut dalam rangka meningkatkan sistem pertahanan udang windu terhadap serangan penyakit.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh injeksi rumput laut *Laurencia* sp. terhadap respon imun udang windu (*Penaeus monodon* Fabr. 1798).

Kegunaan dari hasil penelitian ini yaitu diharapkan dapat menghasilkan produk imunostimulan yang dapat meningkatkan respon imun dan mencegah penyakit pada udang windu. Serta sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Rumput Laut Genus *Laurencia*

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati yang melimpah di perairan Indonesia. Penggunaan rumput laut saat ini masih terbatas pada produk keragenan dan agar - agar. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa rumput laut memiliki potensi terbuka dalam pengembangan pencegahan dan pengobatan penyakit. Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa ekstrak rumput laut telah diketahui mempunyai aktivitas sebagai antitumor, meningkatkan aktivitas kemotaksis macrophage, dan menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen (Rahim et al., 2020). Dalam dunia ilmu pengetahuan, rumput laut (*sea weeds*) dikenal sebagai ganggang (*algae*) yang merupakan tumbuhan berklorofil dan seluruh bagian tanamannya disebut talus. Rumput laut terbagi ke dalam empat kelas, yaitu *Chlorophyceae* (alga hijau), *Phaeophyceae* (alga coklat), *Rhodophyceae* (alga merah), dan *Cyanophyceae* (alga biru-hijau). Rumput laut mempunyai kandungan metabolit primer dan sekunder. Kandungan metabolit primer yaitu vitamin, mineral, serat, alginat, karaginan dan agar yang banyak digunakan sebagai bahan kosmetik. Sedangkan kandungan metabolit sekunder pada rumput laut menghasilkan berbagai metabolit bioaktif dengan jangkauan yang sangat luas dari antibakteri, antivirus, antijamur dan sitotastik (Nasmia et al., 2020). Pada penelitian ini rumput laut yang digunakan adalah dari genus *Laurencia*.

Genus *Laurencia*, umumnya dikenal sebagai rumput laut merah yang termasuk ke dalam family Rhodomelaceae. Rumput laut dari genus *Laurencia* memiliki sebaran geografis yang luas dan terdapat di semua samudera dan lautan terutama di pantai beriklim sedang hingga tropis. Spesies *Laurencia* dikenal sebagai penghasil metabolit sekunder terhalogenasi terbanyak dengan struktur yang beragam dan unik tergantung pada spesies, lokalitas, dan musim (Al-Massarani, 2014). *Laurencia* termasuk genus unik yang telah dipelajari paling intensif karena kemampuannya untuk menghasilkan beragam jenis metabolit sekunder terhalogenasi. Lebih dari 1000 metabolit sekunder termasuk sekitar 780 senyawa terhalogenasi telah ditemukan dari genus *Laurencia*. Contohnya pada *Laurencia elata* terdapat tiga senyawa terhalogenasi yang mengandung pusat spiro seperti mailion dan seskuipteren bromodieter. β -bisabolen terhalogenasi dari *Laurencia scoparia* yang memiliki sifat aktivitas sebagai obat cacing dengan IC_{50} 0,11 mM. Selain itu terdapat beberapa senyawa terhalogenasi utamanya bromina dan klorin yang menunjukkan aktivitas anti-mikroba dan sitotoksik (Harizani et al., 2018).

Laurencia memiliki talus yang berbentuk silindris, percabangan dichotomous yang berbentuk rumput rimbun, ukurannya lebih kecil dan lebih memanjang, berwarna merah kecoklatan atau kehijau-hijauan, diameternya berukuran 1-2 mm, dan talusnya dapat mencapai ukuran hingga 20 cm. *Laurencia* sp adalah genus alga merah laut penting yang dari sekitar 130 spesies diterima secara taksonomi. Senyawa yang diisolasi dari genus *Laurencia* mengandung antivirus, antibakteri, aktivitas anti fouling, anti jamur, antioksidan dan antimalaria (Al-Massarani, 2014).

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

Kingdom : Plantae
Filum : Rhodophyta
Kelas : Florideophyceae
Ordo : Ceramiales
Famili : Rhodomelaceae
Genus : *Laurencia*
Spesies : *Laurencia* sp.



Gambar 1. Rumput laut *Laurencia* sp.

Alga merah memiliki bentuk talus berupa daun yang sederhana, biasanya memiliki batang, daun, dan bagian-bagian lain yang terpisah. Alga merah memiliki sifat adaptasi kromatik. Artinya, ada penyesuaian antara proporsi pigmen dengan kualitas cahaya yang berbeda, yang dapat menyebabkan warna yang berbeda-beda seperti merah tua, merah muda, coklat, kuning dan hijau. Alga merah dapat berkembang biak dengan cara aseksual dan seksual. Perkembang biakan secara aseksual, yaitu dengan cara fragmentasi talus atau membentuk beberapa macam spora yang tidak berflagel yaitu karpospota, spora netral,

monospora, bispora, atau polispora. Sedangkan perkembang biakan secara seksual (oogami), yaitu dengan alat kelamin jantan (spermatogonium) dan alat kelamin betina (karpogonium) (Praptinah et al., 2004).

B. Udang Windu (*Penaeus monodon*)

1. Biologi Udang Windu

Nama ilmiah udang windu pertama kali diperkenalkan oleh Fabricius pada tahun 1798 sebagai *Penaeus monodon* Fab. Sinonim nama ilmiah udang windu adalah; *P. carinata* Dana, 1852, *P. coerulus* Stebbing, 1905, *P. monodon* var. *manillensis* Villalluz dan Arriola, 1938, *P. bubulos* Kubo, 1949, dan *P. monodon monodon* Burkenroad, 1959. Menurut FAO nama lain udang windu yaitu: giant tiger prawn (Inggris), crevette geante tigre (Prancis), dan camaron tigre gigante (Spanyol). Menurut Fabricius (1798) dalam woRMS taksonomi udang windu adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Malacostraca
Ordo : Decapoda
Famili : Penaeidae
Genus : *Penaeus*
Species : *Penaeus monodon* Fabr. 1798



Gambar 2. Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Tubuh udang terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian kepala dada (*cephalotorax*) dan bagian perut (*abdomen*). Bagian *Cephalotorax* ditutupi oleh kelopak kepala yang biasa disebut sebagai *carapace*. Udang windu memiliki lima pasang kaki renang (*pleopod*) serta lima pasang kaki jalan (*pereopod*). Terdapat 6 segmen serta telson di segmen ke-6 pada bagian abdomennya. Pada bagian abdomen terdapat 6 ruas dan di bagian *Cephalotorax* terdiri atas 13 ruas yaitu 5 ruas di bagian kepala dan 8 ruas di bagian dada, serta pada bagian belakang terdapat ekor. Pada *cephalotorax* terdapat *antennula* (sungut kecil), *scopocerit* (sirip kepala), *antenna* (sungut besar), *mandibular* (rahang), 2 pasang *maxilla* (alat pembantu rahang), 3 pasang *maxilliped*, 3 pasang *pereiopoda* (kaki jalan). Sisi kiri dan kanan kepala terdapat insang yang ditutupi oleh *carapace* (Supono, 2017). Udang windu bersifat nokturnal, artinya udang aktif bergerak dan mencari makan pada suasana yang gelap. Bila sinar terlalu cerah, udang akan berlindung di dasar perairan. Oleh karena itu, udang perlu diberi pakan pada saat sore dan malam hari. Sedangkan pada saat siang, hanya sedikit pakan yang dibutuhkan. Pada umumnya, udang dan semua krustasea bersifat kanibal, yaitu memangsa sesama jenis yang lebih lemah kondisinya. Contohnya udang yang sedang dalam proses pergantian kulit seringkali dimakan oleh udang lain. Udang yang berukuran lebih kecil dimakan oleh udang besar, terutama bila dalam keadaan kurang makan (Suyanto & Takarina, 2009).

2. Sistem Pertahanan Udang Windu

Sistem imun udang masih sangat primitif dan tidak memiliki sel memori, tidak seperti pada vertebrata lain yang sudah memiliki komplemen dan antibodi spesifik. Sistem kekebalan udang tidak memiliki immunoglobulin sebagai mekanisme kekebalan tubuh. Udang memiliki ketahanan alami non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan fisik (mekanik), kimia, seluler, dan humoral. Karena ketahanan alami ini dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan, ada tingkat yang berbeda-beda tergantung pada strain, kondisi perkembangbiakan, spesies dan famili. Pertahanan pertama udang terhadap serangan penyakit dilakukan oleh hemosit melalui fagositosis, enkapsulasi dan pembentukan nodul (Kurniawan *et al.*, 2018).

Ekawati *et al.*, (2012) menyatakan hal yang sama bahwa udang windu merupakan krustasea yang hanya memiliki sistem imun non spesifik untuk melindungi tubuh dari serangan patogen. Komponen sistem imun non spesifik udang windu meliputi fisik, seluler, dan humoral. Dijelaskan pula bahwa pertahanan fisik yang berfungsi sebagai pertahanan eksternal pada udang adalah kulit, sedangkan sistem imun seluler terdiri dari hemosit dan

fagosit tetap (sel yang tidak bergerak tersebar di insang, jantung, dan jaringan pengikat). Faktor pertahanan humoral seperti protein penggumpalan, agglutinin (seperti lektin), enzim hidrolitik dan peptide antibakteri yang diproduksi oleh dan akibat sel imun. Hemosit berperan penting dalam respon pertahanan seluler tubuh udang, meliputi fagositosis, enkapsulasi, melanisasi, sitotoksitas dan komunikasi antar sel. Selain itu, hemosit berperan dalam sistem pertahanan kekebalan tubuh. Pertama, hemosit menghancurkan zat/bahan asing dalam sel darah melalui fagositosis, enkapsulasi, agregat nodular, melanisasi, sitotoksitas dan komunikasi antar sel. Kedua, hemosit berperan dalam penyembuhan luka melalui respon seluler dan memulai proses pembekuan dengan mengangkut dan melepaskan sistem propanol oksidase (proPO). Ketiga, hemosit terlibat dalam pembentukan dan penghancuran molekul hemolimfa yang penting, agglutinin, dan peptide antimikroba. Hemosit dibagi menjadi 3 jenis yaitu sel hyaline, sel semi granular dan sel granular. Ermantianingrum et al., (2013) menyatakan bahwa tipe sel hemosit yang berbeda mempunyai fungsi yang berbeda pula dalam sistem pertahanan tubuh. Sel hialin dan sel semi granular mempunyai peran penting dalam sistem pertahanan tubuh udang terutama dalam proses fagositosis. Walaupun mempunyai fungsi yang sama, namun sel semi granular lebih jarang berperan dalam proses fagositosis, sehingga sel hialin menjadi sel utama dalam proses fagositosis dan sel semi granular lebih berperan dalam proses enkapsulasi yang mengindikasikan adanya penggabungan beberapa sel hemosit untuk menghalangi partikel asing dalam peredaran darah. Fungsi lain dari sel hemosit dalam sistem pertahanan tubuh yaitu berperan dalam pengaktifan sistem proPO yang dilakukan oleh sel semi granular dan sel granular.

C. Penyakit Pada Udang Windu

Keberhasilan budidaya udang tergantung pada beberapa faktor, antara lain tingkat kesehatan udang. Beberapa kasus menunjukkan bahwa penyakit merupakan penyebab utama kegagalan budidaya udang (Supono, 2017). Serangan penyakit merupakan mata rantai yang dapat menyebabkan kegagalan produksi, termasuk pada budidaya udang windu. Penyebaran penyakit pada udang windu dapat terjadi secara vertikal melalui penularan ke larva oleh induknya dan secara horizontal melalui air yang tidak steril. Infeksi virus dan bakteri merupakan penyebab utama kematian massal pada udang windu, baik dalam pembenihan maupun pembesaran. Serangan virus paling berbahaya yang banyak merugikan petambak-petambak udang di Indonesia adalah serangan virus WSSV (*White Spot Syndrome Virus*), TSV (*Taura Syndrome Virus*), YHV (*Yellowhead Virus*), IMNV (*Infectious Myo Necrosis Virus*), dan IHHNV (*Infectious Hypodermal and Hematopoietic*

Necrosis Virus) (Lilisuriani, 2020). Selain itu, ada bakteri *vibriosis* yang dapat menyebabkan kematian pada benih/larva udang. Ada beberapa spesies bakteri *vibrio* yang sering dijumpai menyerang udang antara lain *Vibrio alginoticus*, *Vibrio anguillarum*, dan *Vibrio parahaemolyticus* (Feliatra *et al.*, 2014). Menurut Supono (2017) menyatakan bahwa penyakit udang muncul dari interaksi antara kondisi lingkungan yang buruk, keberadaan patogen, dan kondisi udang yang lemah.

Menurut Atmomarsono & Rachmansyah (2011) menyatakan bahwa tidak selamanya kegagalan panen udang windu disebabkan oleh serangan penyakit. Kematian udang di tambak juga dapat disebabkan oleh adanya plankton beracun (*Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Microcystis*, *Nocticula*, dan sebagainya), pakan yang mengandung aflatoksin, adanya bahan pencemar (pestisida, bahan kimia, dan logam berat) maupun oleh adanya perubahan musim (suhu, air, salinitas, pH, dan alkalinitas total). Sampai saat ini penyakit udang yang disebabkan oleh virus hanya dapat diantisipasi dengan tindakan pencegahan, antara lain benih bermutu tinggi, pengelolaan budidaya yang baik, dan pemberian vaksin (Rahma *et al.*, 2014).

Udang yang telah terinfeksi virus tidak dapat disembuhkan sehingga cara yang dapat dilakukan yaitu mencegah terjadinya infeksi virus. Hal yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya infeksi virus yaitu meningkatkan sistem pertahanan tubuh udang agar mampu bertahan dari serangan virus atau bakteri yang dapat mengancam kegagalan panen pada pembudidaya udang. Peningkatan sistem pertahanan tubuh udang dapat dilakukan dengan penggunaan imunostimulan. Pemberian imunostimulan bertujuan untuk mengaktifkan sistem imun non-spesifik sel seperti hemosit pada avertebrata (Putri *et al.*, 2013)

D. Imunostimulan Pada Ikan dan Udang

Imunostimulan adalah senyawa yang bertujuan untuk meningkatkan sistem pertahanan spesifik dan non spesifik pada tubuh hewan. Senyawa ini dapat menyebabkan adanya induksi sistem pertahanan seluler dan humoral. Imunostimulan dapat berasal dari bahan yang mampu memicu resistensi organisme terhadap adanya infeksi patogen. Dengan adanya penambahan imunostimulan, maka sistem imun non spesifik dapat diaktifkan, yaitu makrofag pada vertebrata dan haemosit pada avertebrata. Selain itu, imunostimulan juga mampu meningkatkan reaksi komplemen, pengaktifan fagosit, limfosit, dan non spesifik sel sitotoksik, sehingga terjadi perlawanan dan perlindungan dalam tubuh organisme yang mendapat imunostimulan terhadap berbagai penyakit. Beberapa jenis imunostimulan yang

biasanya digunakan untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh dari hewan akuatik yaitu organik selenium, mannan oligosakarida (MOS), β -Glucan, Chito-Oligosakarida (COS), herbal mix dan DNA sintetik. DNA sintetik termasuk agen yang paling efektif dalam meningkatkan respon imun pada mamalia, ikan, dan udang. DNA sintetik adalah nukleotida spesifik yang dikenal sebagai motif *unmethylated cystidine phosphate guanosine-oligodeoxynucleotid* (CpG-ODN) (Nugroho & Nur, 2018). Hastuti (2012) juga menyatakan bahwa sistem imun non spesifik pada ikan dapat dirangsang oleh berbagai jenis imunostimulan seperti levamisole, glucan, vitamin C, lipoposakarida dan kitosan.

Imunostimulan dapat diberikan melalui injeksi, pakan (oral), dan perendaman. Larva ikan yang masih dalam hapa pendederan dapat diberikan imunostimulan secara terus menerus selama satu minggu, kemudian dihentikan pemberiannya dan dilanjutkan kembali saat minggu ke-3 selama satu minggu. Oleh sebab itu, saat tahap awal, imunostimulan diberikan melalui perendaman, dan pada pemberian selanjutnya dapat diberikan bersama pakan (Alifuddin, 2002). Penggunaan imunostimulan harus sesuai dosis untuk menghasilkan efek yang sesuai. Sebaliknya jika pemberian imunostimulan dilakukan tidak sesuai dengan dosis yang tepat, maka akan menimbulkan efek yang tidak diinginkan (Kurniawati et al., 2017).

Menggunakan imunostimulan juga termasuk salah satu upaya dalam mencegah penyakit udang untuk meningkatkan sistem kekebalan udang. Pemberian imunostimulan digunakan untuk mengaktifkan sistem imun non spesifik sel seperti makrofag pada vertebrata dan hemosit pada avertebrata (Putri et al., 2013). (Samuria et al., 2018) juga menyatakan bahwa imunostimulan mampu meningkatkan berbagai sel imun, diantaranya fagositik, lisozim, *respiration burst* dan total sel darah putih dan sel darah merah (WBC/RBC) serta hemosit pada udang. Imunostimulasi biasanya dirangsang dengan pemberian komponen mikroba seperti glucan dan lipoposakarida (LPS) atau sel bakteri yang mati. Kelemahan dari penggunaan imunostimulan adalah harganya yang relatif mahal, sehingga perlu dicari alternatif sumber imunostimulan yang murah dan mudah digunakan, salah satunya berasal dari rumput laut (Ridlo & Pramesti, 2009).

E. Imunostimulan Rumput Laut

Sejak dulu manusia telah menggunakan rumput laut sebagai sumber makanan dan obat-obatan. Rumput laut mengandung vitamin B12, mineral, serat, iodium, serta antioksidan. Rumput laut juga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk, pakan, dan sebagai sumber energi alternatif. Selain itu, rumput laut juga menghasilkan senyawa fikokoloid yaitu

senyawa metabolit sekunder yang memiliki banyak bioaktivitas seperti anti-bakteri, anti-fungi, anti-jamur, dan anti-oksidan (Kasanah et al., 2019). Sebagai organisme yang mempunyai karakteristik unik, rumput laut dapat menghasilkan berbagai metabolit sekunder (aktif secara biologis) yang tidak ditemukan di organisme lain, mengandung kalori yang rendah, berserat tinggi, mengandung mineral, serta sebagai sumber alami bahan fungsional (bioaktif) yang potensial (Thirunavukkarasu et al., 2014). Senyawa bioaktif pada rumput laut dapat berupa agar, alginat, karaginan, laminarin, fucoidan, fucan, mannitol, dan ulvan. Senyawa-senyawa tersebut masuk dalam golongan fitokoloid (agar, alginat, dan karaginan) dan polisakarida sulfat (laminarin, fucoidan, fucan mannitol, dan ulvan). Saat ini penggunaan polisakarida rumput laut sudah banyak digunakan dalam pengobatan antara lain sebagai anti-koagulan, anti-arteriosclerosis, anti-inflamatori, anti-oksidan, anti-virus, anti-tumor, menurunkan kolesterol, trigliserida dan fosfolipid (Holdt & Kraan, 2011).

Rumput laut yang digunakan pada penelitian ini yaitu rumput laut *Laurencia* sp. Polisakarida dari rumput laut merah mampu meningkatkan aktivitas *phagocytic macrophage* serta mampu melawan infeksi bakteri setelah disuntik secara interperitoneal pada ikan *Cyprinus carpio* (Castro et al., 2004). Polisakarida mengandung komponen esensial bagi semua organisme dan memiliki berbagai macam fungsi vital biologis antara lain sebagai anti-tumor, anti-inflamasi, anti-koagulan, anti-komplemen, imunologi dan anti-virus (Ridlo & Pramesti, 2009).

Ekstrak rumput laut termasuk salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai imunostimulan karena memiliki sumber senyawa bioaktif yang telah terdeteksi pada alga hijau, coklat, dan merah. Pada dinding sel alga laut kaya akan polisakarida sulfat contohnya karagenan yang terdapat dalam alga merah, serta mengandung senyawa bioaktif yang menguntungkan sebagai antikoagulan, antioksidan, anti-kanker, aktivasi modulasi imun, serta menstimulasi aktivitas sekresi radikal oksigen dan fagositosis (Wijesekara et al., 2011). (Kilawati & Islamy, 2021) menyatakan bahwa ekstrak rumput laut diketahui dapat meningkatkan aktivitas kemotaksis makrofag, merangsang aktivitas sekresi radikal oksigen, dan fagositosis pada makrofag murine peritoneum. Rumput laut *Gracillaria* sp. dan *Padina* sp. dapat dijadikan sebagai Immunostimulan terhadap udang Vannamee untuk pengendalian *Vibrio harveyi*. Selain itu rumput laut *Chondrococcus hornemanni* dapat digunakan sebagai imunostimulan terhadap patogen *Vibrio parahaemolyticus* dan *Aeromonas hydrophila* pada ikan hias air laut (Ganeshamurthy et al., 2014).