

## TESIS

# KINERJA IMUNOSTIMULAN RUMPUT LAUT *Codium hubbsii* PADA DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP PENINGKATAN RESPON KEKEBALAN TUBUH UDANG WINDU (*Penaeus monodon Fabricus, 1978*) YANG DIUJI TANTANG DENGAN BAKTERI *Vibrio harveyi*

Disusun dan diajukan oleh

**SISWATI**

**L012191022**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**KINERJA IMUNOSTIMULAN RUMPUT LAUT *Codium hubbsii*  
PADA DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP PENINGKATAN  
RESPON KEKEBALAN TUBUH UDANG WINDU (*Penaeus  
monodon Fabricus, 1978*) YANG DIUJI TANTANG DENGAN  
BAKTERI *Vibrio harveyi***

**THE PERFORMANCE OF *Codium hubbsii* SEAWEED  
IMMUNOSTIMULANT AT DIFFERENT DOSES ON THE IMMUNE  
RESPONSE ENHANCE OF TIGER SHRIMP (*Penaeus monodon  
Fabricus, 1978*) CHALLENGED WITH *Vibrio harveyi***

**SISWATI  
L012191022**

**THESIS**

Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master  
of Science (M. Si)

**MAGISTER PROGRAM IN FISHERIES SCIENCE  
FACULTY OF MARINE SCIENCE AND FISHERIES  
HASANUDDIN UNIVERSITY  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

KINERJA IMUNOSTIMULAN RUMPUT LAUT *Codium hubbsii*  
PADA DOSIS YANG BERBEDA TERHADAP PENINGKATAN RESPON  
KEKEBALAN TUBUH UDANG WINDU (*Penaeus monodon Fabricus, 1978*)  
YANG DIUJI TANTANG DENGAN BAKTERI *Vibrio harveyi*

Disusun dan diajukan oleh:

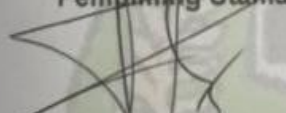
SISWATI

Nomor Pokok L012191022

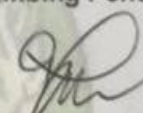
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Studi Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan  
Perikanan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 6 Juli 2021,  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

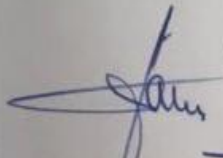
Pembimbing Utama

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

Pembimbing Pendamping

  
Dr. Ir. Andi Parenrengi, M.Sc  
NIP. 19670818 199203 1 006

Ketua Program Studi  
Ilmu Perikanan

  
Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M. Si.  
NIP. 19640721 199103 1 001

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan  
Perikanan Universitas Hasanuddin

  
Dr. Ir. St. Aisiah Farhum, M. Si.  
NIP. 19690605 199303 2 002



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siswati  
Nomor Pokok : L012191022  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis saya berjudul

Kinerja Immunostimulan Rumput Laut *Codium hubbsii* Pada Dosis Yang Berbeda Terhadap Peningkatan Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu (*Penaeus monodon Fabricus, 1978*) Yang Diuji Tantang Dengan Bakteri *Vibrio harveyi*.

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Tesis ini karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 06 Juli 2021

Yang menyatakan



## PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

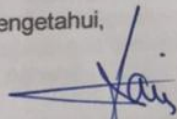
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siswati  
NIM : L012191022  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Fakultas : Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

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

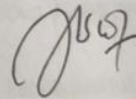
Makassar, 06 Juli 2021

Mengetahui,



Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M. Si.  
NIP. 196407211991031001

Penulis



Siswati  
NIM. L012191022

## ABSTRAK

**Siswati.** L012191022. “Kinerja Immunostimulan Rumput Laut *Codium hubbsii* Pada Dosis Yang Berbeda Terhadap Peningkatan Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu (*Penaeus Monodon Fabricus*, 1978) Yang Diuji Tantang Dengan Bakteri *Vibrio harveyi*” dibimbing oleh **Hilal Anshary** sebagai Pembimbing Utama dan **Andi Parenrengi** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Penelitian ini bertujuan menentukan dosis ekstrak rumput laut *Codium hubbsii* yang terbaik untuk meningkatkan kekebalan tubuh pada udang windu dan mengkaji pengaruh ekstrak rumput laut *C. hubbsii* terhadap tingkat kelangsungan hidup udang windu setelah infeksi bakteri *Vibrio harveyi*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dan masing-masing tiga ulangan. Metode ekstraksi rumput laut yang digunakan adalah metode maserasi kinetik dengan menggunakan larutan etanol, dosis ekstrak *C. hubbsii* yang digunakan (0; 0,5; 1; 1,5 g kg<sup>-1</sup> pakan) dan dipelihara selama 14 hari. Udang diberi pakan yang ditambahkan ekstrak *C. hubbsii* sesuai perlakuan sebanyak tiga kali sehari. Konsentrasi bakteri *V. harveyi* yang digunakan untuk uji tantang yaitu 10<sup>7</sup> CFU mL<sup>-1</sup>, pengukuran parameter total hemosit count, diferensial hemosit count, aktifitas phenoloksidase, aktifitas fagositosis dan ekspresi gen hemosianin, serta tingkat kelangsungan hidup dilakukan sebelum dan setelah uji tantang bakteri *V. harveyi*. Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan total hemosit count, aktifitas phenoloksidase, aktifitas fagositosis pada udang windu setelah uji tantang. Ekspresi gen kekebalan tubuh hemosianin pada udang windu pada perlakuan 0,5 g kg<sup>-1</sup> pakan setelah uji tantang dapat terekspresi. Tingkat kelangsungan hidup udang windu pada akhir penelitian tertinggi sebesar 60 % pada perlakuan B dan terendah 40 % pada perlakuan A. Kesimpulan dari penelitian bahwa penambahan ekstrak *C. hubbsii* dengan dosis 0,5 gkg<sup>-1</sup> pakan memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan total hemosit count, aktifitas phenoloksidase, aktifitas fagositosis, ekspresi gen hemosianin, dan tingkat kelangsungan hidup udang windu terhadap infeksi *V. harveyi*.

Kata Kunci: Immunostimulan, ekstrak *Codium hubbsii*., kekebalan tubuh, udang windu, *Vibrio harveyi*

## ABSTRACT

**Siswati, L02191022.** The Performance of *Codium hubbsii* Seaweed Immunostimulant at Different Doses on the Immune Response Enhance of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*, Fabricus, 1978) Challenged with *Vibrio harveyi*. Supervised by Hilal Anshary and Andi Parenrengi.

---

This study aims to determine the best dose of *Codium hubbsii* to increase immune response in tiger shrimps and to analyze the effect of seaweed extract *C. hubbsii* on the survival rate of tiger shrimps after challenge infection with pathogenic bacteria *Vibrio harveyi*. This study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The seaweed extract method used was the kinetic maceration method using ethanol solution. The extract of *C. hubbsii* was mixed into commercial shrimp feed, with doses of 0; 0,5; 1; and 1,5 g kg<sup>-1</sup> of feed and maintained for 14 days. Shrimps were feed three times a day. The concentration of *V. harveyi* used for the challenge test was 10<sup>7</sup> CFU mL<sup>-1</sup>, observation of immune parameters total hemosit count, differential hemosit count, phenoloxidase activity, phagocytic activity, and hemocyanin gene expression, and survival rate performed on day 14 and after the challenge test. The results show that there is an increase in total hemosit count, phenoloxidase activity, phagocytosis activity in tiger shrimp after the challenge test. Hemocyanin immune gene expression on tiger shrimp at a treatment of 0,5 g kg<sup>-1</sup> of feed after the challenge test can be expressed. The survival rate of tiger shrimps at the end of the study is the highest of 60% in treatment B and the lowest is 40 % in treatment A. The conclusion from this research is that the addition of extract of *C. hubbsii* with dose of 0,5 g kg<sup>-1</sup> of feed give the best result in increasing immune response total hemosit count, phenoloxidase activity, phagocytosis activity, and hemocyanin gene expression, and the highest survival rate.

Keywords: immunostimulant, extract of *C. hubbsii*, immune response, tiger shrimps, *V. harveyi*.



## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji dan Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul: **Kinerja Kekebalan Immunostimulan Rumput Laut *Codium hubbsii* Pada Dosis Yang Berbeda Terhadap Peningkatan Respon Kekebalan Tubuh Udang Windu (*Penaeus monodon Fabricus*, 1978) Yang Diuji Tantang dengan Bakteri *Vibrio harveyi*.**

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan baik dalam bentuk penyajian maupun bentuk penggunaan tata bahasanya, karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki oleh penulis. Maka dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik, saran ataupun masukan yang sifatnya membangun dari berbagai pihak guna penyempurnaan tesis ini.

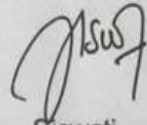
Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan kontribusi dalam menyelesaikan Tesis ini, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hilal Anshary, M. Sc. dan Dr. Ir. Andi Parenrengi, M. Sc. selaku pembimbing dalam penelitian ini yang dengan tulus telah banyak membantu, memberikan motivasi, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan tesis. Semoga Allah SWT membalas kebaikan bapak.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Akbar Tahir, M. Sc., Ibu Dr. Ir. Sriwulan, M.P., dan ibu Dr. rer. nat. Elmi Nurhaidah Zainuddin, DES. selaku penilai serta penasihat dalam penelitian ini, yang senantiasa memberikan nasihat dan arahan yang sangat baik bagi penulis dalam melakukan penelitian ini.
3. Kedua orang tua penulis Ayahanda Burhan Rasyid dan Ibunda Hartati, serta saudara penulis atas segala dukungan moril maupun materil selama ini kepada penulis.
4. Teman-teman Program Studi Ilmu Perikanan angkatan 2019, dan seluruh pihak yang namanya tidak tercantum tetapi telah banyak membantu penulis, semoga



Allah SWT membalas segala budi baiknya.

Makassar, 06 Juli 2021



Siswati

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN THESIS</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
A. Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> ) .....	5
B. Rumput Laut <i>Codium hubbsii</i> .....	10
C. Bakteri <i>Vibrio harveyi</i> .....	13
D. Kerangka Pikir .....	15
E. Hipotesis Penelitian .....	16
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	17
A. Waktu dan Tempat .....	17

B. Alat dan Bahan .....	17
C. Prosedur Penelitian .....	18
D. Variabel Peubah .....	21
E. Analisis Data.....	24
<b>IV. HASIL .....</b>	<b>25</b>
A. Uji Fitokimia .....	25
B. Total Hemosit Count (THC) .....	26
C. Diferensial Hemosit Count (DHC) .....	27
D. Aktifitas Phenoloksidase .....	28
E. Aktifitas Fagositosis .....	29
F. Ekspresi Gen Hemosianin .....	30
G. Tingkat Kelangsungan Hidup.....	31
<b>V. PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
A. Uji Fitokimia .....	33
B. Total Hemosit Count.....	34
C. Diferensial Hemosit Count .....	35
D. Aktifitas Phenoloksidase .....	36
E. Aktifitas Fagositosis .....	37
F. Ekspresi Gen Hemosianin .....	37
G. Tingkat Kelangsungan Hidup.....	38
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
A. Kesimpulan.....	39
B. Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Bahan yang digunakan dalam penelitian .....	17
2.	Alat yang digunakan dalam penelitian .....	18
3.	Hasil uji kualitatif senyawa bioaktif rumput laut <i>Codium hubbsii</i> .....	25
4.	Total hemosit count (THC) udang windu ( <i>P. monodon</i> ) sebelum ujiantang bakteri <i>V. harveyi</i> .....	26
5.	Total hemosit count (THC) udang windu ( <i>P. monodon</i> ) setelah ujiantang bakteri <i>V. harveyi</i> .....	27
6.	Diferensiasi hemosit count (DHC) udang windu ( <i>P. monodon</i> ) sebelum ujiantang bakteri <i>V. harveyi</i> .....	27
7.	Diferensiasi hemosit count (DHC) udang windu ( <i>P. monodon</i> ) setelah ujiantang bakteri <i>V. harveyi</i> .....	27
8.	Aktifitas phenoloksidase (PO) udang windu ( <i>P. monodon</i> ) sebelum Ujiantang bakteri <i>V. Harveyi</i> .....	29
9.	Aktifitas phenoloksidase (PO) udang windu ( <i>P. monodon</i> ) setelah Ujiantang bakteri <i>V. Harveyi</i> .....	29
10.	Aktifitas fagositosis udang windu ( <i>P. monodon</i> ) setelah ujiantang bakteri <i>V. harveyi</i> .....	30

## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Proses fagositosis .....	8
2.	Gambar rumput laut <i>Codium hubbsii</i> .....	11
3.	Kerangka pikir penelitian .....	15
4.	Hasil elektroforesis $\beta$ - actin dan elektroforesis gen kekebalan tubuh hemosianin udang windu ( <i>P. monodon</i> ) sebelum uji tantang dan setelah uji tantang bakteri <i>V. harveyi</i> .....	31
5.	Kumulatif tingkat kelangsungan hidup udang windu ( <i>P. monodon</i> ) .....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Hasil uji anova.....	46
2.	Gambar proses ekstraksi <i>Codium hubbsii</i> .....	54
3.	Gambar indikator uji fitokimia ekstrak rumput laut <i>Codium hubbsii</i> .....	56

## A. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon*) adalah salah satu spesies udang yang bernilai ekonomis tinggi di dunia. Udang windu dibudidayakan secara luas di beberapa negara khususnya di wilayah Asia Tenggara, namun wabah penyakit menjadi tantangan serius dalam budidaya udang ini, karena dapat menyebabkan kematian massal dan menimbulkan kerugian ekonomi yang besar (Srisapooma *et al*, 2018).

Serangan penyakit pada udang dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara kondisi lingkungan perairan, kondisi inang, dan adanya jasad patogen. Tingginya tingkat mortalitas budidaya udang yang terjadi saat ini diduga disebabkan oleh infeksi virus seperti *white spot syndrome virus* (WSSV), dan penyakit bakteri yang disebabkan oleh spesies *Vibrio* spp. Vibriosis adalah penyakit yang umumnya menyerang larva udang pada stadia zoea, mysis, post larva, dan juvenil, yang sebagian besar disebabkan oleh *V. harveyi*, *V. penaeicida*, *V. anguillarum*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. campbellii* dan bertindak sebagai patogen primer di perairan tambak (Sivagnanavelmurugan *et al*, 2014). Gejala klinis udang yang terinfeksi isolat bakteri *V. harveyi* adalah adanya perubahan morfologi berupa perubahan warna pada kaki renang, telson dan uropod udang menjadi kemerahan, nekrosis pada uropod serta terjadi melanisasi pada segmen tubuh udang. Selain itu udang yang terinfeksi isolat bakteri *V. harveyi* mengalami perubahan tingkah laku berupa respon udang terhadap pakan menurun, udang berenang miring, udang terlihat pasif, berenang mendekati gelembung udara (Utami *et al*, 2016).

Upaya pencegahan dan pengendalian penyakit pada udang windu yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan antibiotik, dimana penggunaan bahan tersebut telah banyak dikritik karena dapat menyebabkan penyebaran patogen yang resistan terhadap obat, tekanan sistem kekebalan tubuh, akumulasi pada jaringan hewan akuatik, dan pencemaran lingkungan, serta berbahaya untuk kesehatan (Mohan *et al*, 2019). Salah satu upaya dalam pencegahan penyakit pada udang yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan imunostimulan. Imunostimulan, juga disebut imunomodulator yang dapat merangsang sistem kekebalan tubuh dengan meningkatkan resistensi inang terhadap penyakit yang sebagian besar disebabkan oleh patogen (Lauzon & Serrano, 2015).

Karakteristik sistem kekebalan tubuh pada udang yang tidak memiliki sistem *immunological memory* menjadi sangat relevan untuk menggunakan senyawa yang berasal dari makroalga yang dapat membantu merangsang sistem kekebalan tubuh



untuk melawan patogen (Anaya *et al*, 2019). Salah satu sumber imunostimulan yang dapat digunakan untuk merangsang sistem kekebalan tubuh udang adalah ekstrak rumput laut. Rumput laut merupakan sumber senyawa bioaktif yang telah terdeteksi pada alga hijau, alga coklat, dan alga merah yang memproduksi berbagai jenis metabolit sekunder (Wijesekara, 2011). Potensi rumput laut dibidang pengendalian penyakit masih belum banyak dieksplorasi dan dieksploitasi (Suleman, *et al*, 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian imunostimulan rumput laut pada udang memberikan hasil yang positif. Kandungan senyawa yang terdapat pada ekstrak kasar rumput laut *Ulva lactuta* mampu meningkatkan *Total Haemocyte Count* (THC) dan aktivitas fagositosis pada udang vaname (Suleman *et al*, 2019). Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa pemberian ekstrak rumput laut *Caulerpa* sp. dapat meningkatkan jumlah total hemosit dan aktifitas fagositosis pada udang vaname (Subagiyo dan Fatchah, 2015).

*Codium hubbsii* merupakan salah satu spesies rumput laut yang berasal dari golongan alga hijau. Distribusi *C. hubbsii* tersebar luas di perairan tropis seperti Indonesia dan mudah ditemukan di laut Makassar. Rumput laut *C. hubbsii* memiliki potensi sebagai salah satu bahan imunostimulan. Rumput laut *Codium* mengandung polisakarida sulfat (SPs) yang merupakan makromolekul anionik yang mengandung sulfat yang dapat menghasilkan sitokin inflamasi (Yang *et al*, 2019). Dinding sel dari *Codium* yang mengandung polisakarida sulfat ini menunjukkan aktifitas biologis termasuk antikoagulan, antioksidan, antivirus, dan imunostimulan (Fernandez *et al*, 2014). Rumput laut *Codium* mengandung senyawa bioktif flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin, yang mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus, bakteri, dan jamur (Jeyaseelan *et al*, 2012).

Dosis merupakan hal yang harus diperhatikan pada aplikasi imunostimulan untuk mengurangi infeksi vibriosis pada udang juvenil. Yeh *et al*, (2009) menemukan bahwa kontrol *Vibrio* sp. pada perlakuan dengan penggunaan ekstrak *Sargassum* sp. dari Pulau Penghu, Taiwan, dengan merendam larva udang selama 3 jam dengan dosis 300 ppm, mampu meningkatkan kekebalan tubuhtas larva udang putih sedangkan dosis yang lebih tinggi tidak mempengaruhi parameter kekebalan tubuh. Sirirustananun *et al*, (2011) menunjukkan bahwa suplementasi *G. tenuistipitata* dalam pakan udang dengan dosis 0,5-2,0 g/kg selama 14 hari perlakuan dapat meningkat sistem kekebalan udang. Rudi *et al*, (2019) menyatakan bahwa pemberian ekstrak *G. verrucosa* dengan dosis 0,5 g/kg pakan memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan respon kekebalan tubuh udang putih yang diinfeksi *V. harveyi*. Mulyadi *et al*, (2020) melaporkan bahwa udang putih yang direndam di dalam air laut yang mengandung ekstrak *Sargassum* 150 ppm menunjukkan hasil yang signifikan meningkatkan kekebalan tubuh terhadap infeksi *V.*

*alginoliticus*. Berdasarkan informasi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ekstrak *C. hubbsii* sebagai bahan imunostimulan dan mengevaluasi dosis yang berbeda dalam pakan udang yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh udang windu yang diuji tantang dengan bakteri *V. harveyi*.

## **B. Rumusan Masalah**

Masalah yang umum terjadi pada budidaya udang windu adalah timbulnya serangan penyakit yang diakibatkan oleh infeksi virus dan penyakit bakteri yang disebabkan salah satunya oleh spesies *V. harveyi*. Salah satu upaya dalam pencegahan penyakit pada udang yang lebih ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan imunostimulan dari bahan ekstrak rumput laut *C. hubbsii* yang merupakan salah satu spesies rumput laut yang berasal dari golongan alga hijau. Tetapi dalam pengaplikasian imunostimulan dosis merupakan hal yang harus diperhatikan untuk mengurangi infeksi vibriosis pada udang. Pemberian dosis yang berbeda pada ekstrak rumput laut *C. hubbsii* diharapkan mampu memberikan solusi terhadap masalah yang ada pada udang windu.

Perumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Pada dosis berapakah ekstrak rumput laut *C. hubbsii* yang terbaik untuk meningkatkan kekebalan tubuh pada udang windu?
2. Bagaimana pengaruh ekstrak rumput laut *C. hubbsii* terhadap kelangsungan hidup udang windu setelah diuji tantang dengan bakteri *V. harveyi*?

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan dosis ekstrak rumput laut *C. hubbsii* yang terbaik untuk meningkatkan kekebalan tubuh pada udang windu.
2. Mengkaji pengaruh ekstrak rumput laut *C. hubbsii* terhadap tingkat kelangsungan hidup udang windu setelah diuji tantang bakteri *V. harveyi*.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah tentang kekebalan tubuh udang windu yang diberi pakan ekstrak rumput laut jenis *C. hubbsii* dan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan budidaya udang windu, terutama dalam meningkatkan kekebalan tubuh udang windu sehingga dapat terhindar dari serangan penyakit.

## **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian ini membahas tentang kinerja imunostimulan rumput laut *C. hubbsii* terhadap peningkatan respon kekebalan tubuh pada udang windu (*P. monodon*).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Udang Windu (*Penaeus monodon*)

#### 1. Biologi Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Udang windu atau dikenal sebagai *tiger Shrimp* secara internasional dengan sebutan ilmiah yakni *Penaeus monodon* Fabricius memiliki rentang geografis Indo-Pasifik Barat, mulai dari pantai timur Afrika dan Semenanjung Arab hingga Asia Tenggara, Laut Jepang dan Australia Utara (Faqih, 2013)

Ciri-ciri dari udang windu adalah pada bagian kepala dilindungi oleh karapas (cangkang kepala), 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 antennula, berbentuk kurva. Rostral karina hampir mencapai epigastrik dan postrostral karina hampir mencapai ujung belakang karapas. Bagian kepala lainnya adalah terdapatnya hepatik karina yang sangat jelas di bagian depan secara horizontal dan hepatik sulcus yang tidak begitu jelas terlihat. Bagian kepala lainnya adalah terdapatnya hepatik karina yang sangat jelas di bagian depan secara horizontal dan hepatik sulcus yang tidak begitu jelas terlihat. Di bagian mata juga terdapat sepasang mata majemuk (mata facet) bertangkai yang dapat digerakkan. Mulut terletak di bagian bawah kepala dengan rahang (mandibula) yang kuat. Sepasang antena juga terletak di bagian kepala dengan dua pasang antennula, serta sepasang maxilliped. 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 ke lima. Segmen ke enam adalah bagian ekor (telson), berbentuk kipas (uropod) dan diantaranya terdapat bagian yang runcing, yang disebut dengan telson. Tubuh udang windu dibentuk oleh dua cabang (biramous), yaitu exopodite dan endopodite. Aktifitas berganti kulit luar atau eksoskeleton secara periodik biasa disebut dengan istilah moulting (Pratiwi, 2018).

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 indukan udang yang telah matang gonad agar segera memijah (Faqih, 2013). Telur yang dikeluarkan dan menetas menjadi nauplius pada stadium pertama 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 (Faqih, 2013).

Udang windu hidup di dasar perairan, tidak menyukai cahaya terang dan bersembunyi di lumpur pada siang hari, bersifat kanibal terutama dalam keadaan lapar dan tidak ada makanan yang tersedia, mempunyai ekskresi amonia yang cukup tinggi dan untuk pertumbuhan diperlukan pergantian kulit (moulting). Pada saat proses pergantian kulit baru inilah udang tumbuh dengan pesatnya dan menyerap air lebih banyak sampai kulit luar yang baru mengeras. Pergantian kulit merupakan indikator dari pertumbuhan udang, semakin cepat udang berganti kulit berarti pertumbuhan semakin cepat pula. Semua udang memiliki sifat alami yang sama, yakni aktif dalam kondisi gelap (*nocturnal*), baik aktifitas untuk mencari makan dan reproduksi. Beberapa indera yang digunakan udang untuk mendeteksi makanan adalah penglihatan (sight), audiosense, thermosense dan chemosense. Dari keempat indera tersebut chemosense atau chemoreseptor merupakan alat yang paling peka untuk mendeteksi pakan. Dalam mencari pakan udang lebih mengandalkan indera perasa seperti antenna flagella, rongga mulut, kaki jalan, carapace daripada indera penglihatan (Faqih, 2013).

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 di laut, 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 (Pratiwi, 2018).

## **2. Sistem Pertahanan Tubuh Udang Windu (*P. monodon*)**

Sistem pertahanan tubuh pada udang masih sangat primitif dan tidak memiliki sel memori, berbeda dengan hewan vertebrata lainnya yang sudah mempunyai antibodi spesifik dan komplemen. Sistem kekebalan tubuh udang tergantung pada proses pertahanan non spesifik sebagai pertahanan terhadap infeksi (Lee *et al.*, 2004).

Udang mempunyai daya tahan alami yang bersifat non spesifik terhadap organisme patogen berupa pertahanan 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 (Ridlo dan Pramesti, 2009).

## Respon Selular

Hemosit merupakan sel yang memainkan peran sentral dalam sistem pertahanan tubuh terhadap patogen seperti virus, bakteri, fungi, protozoa, dan metazoa. Pertama, hemosit mengeluarkan partikel asing dalam *hemocoel* melalui fagositosis, enkapsulasi dan agregasi nodular. Kedua, hemosit berperan dalam penyembuhan luka melalui *cellular clumping* serta membawa dan melepaskan *prophenoloxidase system* (proPO) (Rodriquez & Le Moullac, 2000). Sistem kekebalan tubuh bawaan diawali dengan pengenalan dan pengikatan *pathogen associated molecular patterns* (PAMPs) dengan *pattern-recognition proteins* (PRPs) pada komponen dinding sel mikroba seperti lipopolisakarida (LPS),  $\beta$ -1,3 glukukan (BG) dan peptidoglukan (PG) dan selanjutnya menimbulkan fagositosis dan kaskade proPO (Lee and Soderhall, 2002). Selain itu, hemosit juga terlibat dalam sintesis dan pelepasan molekul penting, seperti  $\alpha$ -2-macroglobulin ( $\alpha$ 2M), aglutinin dan peptide antibakteri sebagai reaksi pertahanan tubuh krustasea (Xu *et al*, 2014).

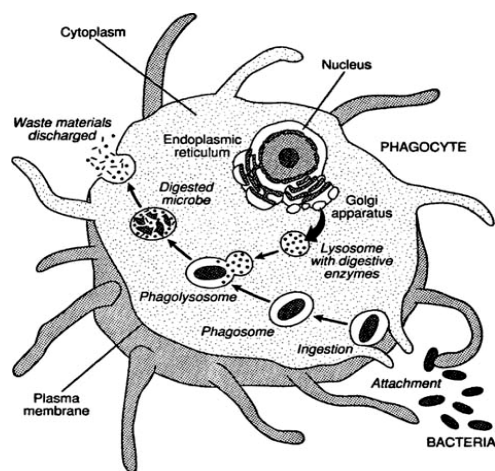
Perubahan jumlah hemosit merupakan salah satu indikator stress dan status kesehatan pada udang. Hemosit menyimpan *immune* reaktif (seperti *peoxinectin*, *antibacterial peptide*, dan *clotting components*) dalam tubuh udang sehingga kenaikan jumlah *total hemosit count* (THC) merupakan salah satu indikator peningkatan daya tahan tubuh udang (Smith *et al*, 2003). Hemosit disintesis oleh jaringan hematopoietic yang merupakan sepasang epigastric nodule. Produksi tersebut dilakukan untuk mencapai keadaan homeostatis pasca introduksi imunostimulan. Jaringan tersebut terletak di bagian dorsal pada lambung bagian depan (anterior stomach), yang merupakan tempat sintesa hemosianin. Bila imunostimulan dapat meningkatkan hemosianin, maka secara langsung akan terjadi pula peningkatan hemosit (Suleman *et al*, 2019).

Klasifikasi tipe hemosit krustase terutama didasarkan pada keberadaan granula sitoplasma, yaitu sel hialin, semi granular, dan granular. Sel hialin merupakan tipe sel yang paling kecil dengan ratio nukleus sitoplasma yang tinggi dan tanpa atau hanya sedikit granula sitoplasma, sel granular merupakan tipe sel paling besar dengan nukleus yang lebih kecil dan terbungkus dengan granula, sel semi granular merupakan tipe sel diantara hialin dan granular. Masing-masing tipe sel aktif dalam reaksi kekebalan tubuh, sebagai contoh, sel hialin terlibat dalam fagositosis, sel semi granular aktif dalam enkapsulasi, sel granular aktif dalam penyimpanan dan pelepasan proPO sistem dan sitotoksitas (Zhang *et al*, 2016). Jumlah hemosit sangat bervariasi berdasarkan spesies, respon terhadap infeksi, stres

lingkungan, aktifitas endokrin selama siklus molting, seks, fase perkembangan, status reproduksi dan nutrisi (Johansson *et al*, 2000).

Fagositosis merupakan reaksi yang paling umum dalam pertahanan selular udang. Proses fagositosis dimulai dengan perlekatan (*attachment*) dan penelanan (*ingestion*) partikel mikroba ke dalam sel fagosit. Sel fagosit kemudian membentuk vacuola pencernaan (*digestive vacuola*) yang disebut fagosom (Rodriquez & Le Moullac, 2000). Lisosom (granula dalam sitoplasma fagosit) kemudian menyatu dengan fagosom membentuk fagolisosom. Mikroorganisme selanjutnya dihancurkan dan debris mikroba dikeluarkan dari dalam sel melalui proses *egestion* (Gambar 1). Pemusnahan partikel mikroba yang difagosit melibatkan pelepasan enzim ke dalam fagosom dan produksi ROI (*reactive oxygen intermediate*) yang kini disebut *respiratory burst* (Rodriquez & Le Moullac, 2000).

Hemosit berfungsi dalam enkapsulasi. Hal ini terjadi pada organisme yang memiliki tubuh terlalu besar untuk melakukan fagositosis. Pada saat hemosit mengelilingi tubuh benda asing yang besar, bagian sel terluar dari hemosit tetap berbentuk oval atau bulat sedangkan bagian tengah sel menjadi datar dan pada fase berikutnya dilisis membentuk kapsul tebal berwarna coklat dan keras. Kapsul tersebut tidak diserap kembali dan tetap sebagai tanda enkapsulasi meskipun sudah tidak ada hemosit yang dikenal. 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 (Manoppo *et al*, 2014).



Gambar.1. Proses fagositosis

Sumber:<http://www.cliffsnotes.com/WileyCDA/CliffsReviewTopic/Phagocytosis.topicArticleId-8524>



## Respon Humoral

Proses sistem kekebalan tubuh pertama pada krustase adalah pengenalan mikroorganisme penyerang yang dimediasi oleh hemosit dan plasma protein. Beberapa tipe modulator protein telah diketahui dapat mengenal komponen dinding sel mikroorganisme seperti  $\beta$ -1,3-glucan-binding protein (BGBP) Lipopolysaccharide-binding protein (LPS- BP), hemosit reseptor yang mengikat *plasmatic glucan-binding protein* (PGBP) setelah PGBP bereaksi dengan  $\beta$ -1,3-glukan; *peptidoglycan recognition protein* yang mampu mengaktifkan phenoloxidase (Bahere *et al*, 2000).

Enzim phenoloxidase (PO) terdapat dalam hemolim sebagai *inactive pro-enzyme* yang disebut proPO. Transformasi proPO menjadi PO melibatkan beberapa reaksi dikenal sebagai *proPO activating system* (sistem aktivasi proPO). Sistem ini terutama diaktifkan oleh  $\beta$  glukan, dinding sel bakteri dan LPS. Sistem aktivasi proPO dipertimbangkan sebagai bagian dari sistem kekebalan tubuh yang mungkin bertanggung jawab terhadap proses pengenalan benda asing dalam sistem pertahanan krustase dan insekta. Sistem proPO dapat digunakan sebagai marker kesehatan udang dan lingkungan karena perubahan sistem proPO berkorelasi dengan tahap infeksi dan variasi lingkungan.

Enzim phenoloxidase (PO) bertanggung jawab terhadap proses melanisasi pada artropoda. Enzim ini mengkatalis hidrosilasi monophenol dan oksidasi phenol menjadi quinones yang diperlukan untuk proses melanisasi sebagai respon terhadap penyerang asing dan selama proses penyembuhan, quinone selanjutnya diubah melalui suatu reaksi non-enzymatik menjadi melanin dan sering dideposit pada benda yang dienkapsulasi, dalam nodul hemosit, dan pada daerah kulit yang terinfeksi jamur. Produksi *reactive oxygen species* seperti *superoxide anion* dan *hydroxyl radical* selama pembentukan quionoid juga memainkan peranan penting sebagai antimikroba. Reaksi biologi seperti fagositosis, enkapsulasi dan nodulasi juga diaktifkan (Rodriquez & Le Moullac, 2000).

Hemolim atau darah udang terdiri dari plasma dan korpuskel (sel darah) dengan komponen organik dan anorganik. Komponen yang utama adalah natrium dan klorida, sedang yang sedikit adalah kalium, kalsium dan magnesium. Komponen organik terdiri dari gula, lemak dan protein (Darwantin *et al*, 2016).

Hemosianin adalah glikoprotein raksasa mengandung tembaga ekstraseluler yang ditemukan di hemolim baik dari moluska dan arthropoda. Sebagai komponen protein utama dari hemolim, biasanya mewakili hingga 95 % dari total jumlah protein. Tidak berwarna dalam bentuk deoksi dan berwarna biru dalam bentuk oksigen. Zhang *et al*, (2016) mengungkapkan bahwa hemosianin dapat bertindak sebagai protein

multifungsi yang terkait dengan pertahanan kekebalan pada invertebrata. Hemosianin dari sekitar 45 spesies, seperti *Tachypleus tridentatus*, *Scaber porcellio*, *Cherax quadricarinatus* dan sebagainya, dapat secara fungsional diubah menjadi enzim mirip phenoloksidase. Hemosianin merupakan zat yang ditemukan dalam darah, sepadan dengan hemoglobin dalam darah mamalia, hemosianin pada udang penaeid dapat berfungsi sebagai vaksin untuk mengevaluasi induksi kekebalan tubuh (Destoumieux *et al*, 2001).

## **B. Rumput Laut *C. hubbsii***

Rumput laut atau *sea weeds* secara ilmiah dikenal dengan istilah alga atau ganggang. Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang merupakan tumbuhan berklorofil. Rumput laut memiliki ciri-ciri sebagai berikut: autotrof, eukariot, multiseluler dan uniseluler, berklorofil, hidup di air, cara gerak motil (kekuatan sendiri), non motil (tidak dapat bergerak), reproduksi pembelahan sel, fragmentasi, dan pembentukan zoospora. Macam-macam dari alga adalah alga hijau (clorophyta), alga coklat (phaeophyta), alga merah (rhodophyta), alga keemasan (crhysophyta) (Ghazali, 2018).

Rumput laut hijau memiliki thalli berwarna hijau tua, hijau muda, hijau transparan, hijau kehitarn-hitaman dan hijau kekuning-kuningan. Bentuk thalli dapat berupa lembaran, batangan, bulat berlubang dan bulat gepeng. Selain itu thalli bersifat lunak dan keras (calcareous) dan dapat tumbuh melekat pada batuan ataupun melayang di permukaan perairan. Pigmen pada rumput laut hijau mengandung klorofil a dan b, lambda beta, gamma, karoten dan santhofil yang mempunyai thilakoid. Dalam plastida merupakan bagian protoplasma terdapat butiran-butiran pirenoid dengan dinding sel mengandung selulose dan mannan persediaan makanan utama berupa karbohidrat/kanji (*starch*), lemak, protein, asam amino dan asam glukuronik. Rumput laut hijau yang ditemukan di perairan Indonesia antara lain dari *Marga Acetabularia*, *Codium*, *Cladophora*, *Chaetomorpha* dan *Boodlea*.

*Codium hubbsii* berwarna hijau gelap, membentuk daun yang panjang seperti jari. tumbuh hingga 40 cm atau lebih panjang, memiliki bunga seperti spons, thallus bercabang secara dikotomis. Korteks cabang dibentuk oleh utrikula yang berdempetan rapat, struktur berbentuk silinder kecil yang terbentuk dari sel tunggal hingga panjang 1200 µm Ujung bundar dari utricle yang dipadatkan ini memberikan tekstur beludru yang halus, daun-daunnya menggantung ke bawah dari batu saat air surut, karena itulah julukan "jari orang mati". "Jari-jarinya" bercabang hingga selebar satu sentimeter dan terkadang lebih dari 30 sentimeter (Cherif *et al*, 2016).

Codium merupakan salah satu rumput laut yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan makanan, Codium distribusinya sangat luas di pantai Asia Timur, Oceania, dan Eropa Utara. Di Jepang, Codium adalah salah satu rumput laut yang paling populer dan telah dikonsumsi dari zaman kuno (Jung-Bum *et al*, 2010).

Rumput laut lebih dikenal penggunaannya sebagai sumber polisakarida dan mineral yang tinggi, tetapi rumput laut juga mengandung substansi bioaktif seperti polisakarida, protein, lipid dan fenol yang berfungsi sebagai anti bakteri, anti virus dan anti jamur (Kumar *et al*, 2008). Rumput laut seperti halnya biota yang lain juga memiliki senyawa aktif tertentu yang dapat dimanfaatkan untuk substrat dan secara medis dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan obat. Senyawa bioaktif pada rumput laut ini dapat berupa agar, alginat, karaginan, laminarin, fucoidan, fucan, mannitol dan ulvan. Senyawa tersebut termasuk dalam golongan fitokoloid (agar, alginat dan karaginan) dan polisakarida sulfat (laminarin, fucoidan, fucan, mannitol dan ulvan) (Holdt & Kraan, 2011). Rumput laut Codium mengandung polisakarida sulfat yang merupakan makromolekul anionik yang mengandung sulfat (Yang *et al*, 2019). Polisakarida sulfat yang terdiri dari laminara, fucoidan dan sulfat galaktan yang diekstrak dari rumput laut mempunyai aktifitas antioksidan, antikoagulan dan aktifitas imunostimulan secara in vitro (Barahona *et al*, 2014).



Gambar 2. Rumput laut *Codium hubbsii*

Imunostimulan dapat mengaktifkan sistem kekebalan tubuh ikan dan udang serta meningkatkan kapasitasnya agar host resisten terhadap penyakit. Pemberian imunostimulan secara luas dengan maksud untuk mengaktifkan sistem kekebalan tubuh

non spesifik sel seperti makrofag pada vertebrata dan hemosit pada avertebrata. Dalam beberapa tahun terakhir, manfaat yang didapatkan dari imunostimulan dalam berbagai macam sistem kehidupan semakin mendorong aplikasinya dalam manajemen penyakit pada praktik akuakultur. Imunostimulan didefinisikan sebagai bahan kimia, obat-obatan, atau tindakan yang meningkatkan kekebalan tubuh bawaan (non-spesifik) dengan berinteraksi secara langsung dengan sel sistem aktivasinya. Imunostimulan seperti halnya vaksin digunakan untuk tindakan profilaksis, tidak direkomendasikan untuk digunakan ketika penyakit sudah terdapat pada tubuh inang. Penggunaan imunostimulan tidak ditujukan untuk 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 (Apines-Amar *et al*, 2015). Imunostimulan bisa dilakukan dengan pemberian komponen mikrobial seperti lipopolisakarida (LPS) atau senyawa lipid dan polisakarida yang banyak ditemukan pada lapisan membran sel luar bakteri Gram-negatif serta bersifat endotoksin (pemicu aktivasi sistem kekebalan) (Smith *et al*, 2003)

Udang yang diberi pakan dengan ekstrak ulvan menunjukkan THC 77% lebih tinggi dari kontrol (Ritche *et al*, 2014). Menurut Sulaeman *et al* (2019) *Ulva lactuca* merupakan salah satu jenis rumput laut hijau yang secara substansi memiliki senyawa yang berperan sebagai kekebalan tubuh, beberapa senyawa yang terkandung pada *Ulva lactuca* yaitu terdapat senyawa flavonoid, dan senyawa polisakarida yang berperan sebagai imunostimulan yang ditandai dengan meningkatnya THC dan aktifitas fagositosis pada hemolim udang vaname.

Hasil uji fitokimia rumput laut *Codium* menunjukkan adanya senyawa bioaktif flavonoid, alkaloid, saponin, dan tannin (Jeyaseelan *et al*, 2012). Flavonoid merupakan golongan terbesar dari senyawa fenol, senyawa fenol mempunyai sifat efektif menghambat pertumbuhan virus, bakteri, dan jamur. Senyawa alkaloid dalam rumput laut dapat merusak bakteri asam nukleat (DNA dan RNA), Saponin bekerja pada udang sebagai antimikroba, tanin berfungsi untuk menghambat bakteri dengan mendenaturasi protein dan merusak membran bakteri sel dengan melarutkan lemak yang terkandung dalam dinding sel (Mulyadi *et al*, 2020). Mekanisme kerja tanin yaitu dengan mengganggu proses sintesa mukopeptida dan berikatan dengan peptidoglikan dinding sel bakteri sehingga pembentukan sel baru akan terganggu dan akhirnya mengalami kerusakan (Fitri *et al*, 2018). Menurut Trianto *et al*, (2004) bakteri *Vibrio* merupakan bakteri Gram negatif yang mempunyai kandungan peptidoglikan yang dapat menentukan bentuk sel serta memberikan kekakuan yang dibutuhkan untuk melindungi bakteri dari perobekan osmotik. Saponin akan merusak membran sitoplasma dan membunuh sel. Terjadi kerusakan dinding sel bakteri menyebabkan sel bakteri tanpa

dinding yang disebut protoplasma (Fitri *et al*, 2018). Kerusakan pada dinding sel bakteri akan menyebabkan kerusakan membran sel, yaitu hilang sifat permeabilitas membran sel. Rumput laut *Codium* mengandung polisakarida sulfat (SPs) yang merupakan makromolekul anionik yang mengandung sulfat. SPs dari *Codium* dapat menghasilkan sitokin inflamasi. SPs dari *Codium* melalui fraksinasi dapat meningkatkan aktifitas lisozim dan merangsang sistem kekebalan tubuh (Yang *et al*, 2019).

### C. Bakteri *Vibrio harveyi*

Penyakit pada krustase salah satunya disebabkan oleh bakteri vibriosis. *Vibrio* menginfeksi dan menyebabkan penyakit pada udang dalam kondisi lingkungan yang menguntungkan (Sarjito *et al*, 2015).

Bakteri vibriosis menyerang larva udang yaitu pada saat udang dalam keadaan stress dan lemah, oleh karena itu sering dikatakan bahwa bakteri termasuk oportunistik patogen. Salah satu spesies dalam kelompok bakteri *vibrio* yang paling banyak menyebabkan penyakit dan kematian pada budidaya krustase adalah *V. harveyi*. Bakteri *vibrio* tergolong dalam divisi Bakteria, klas Shyzomycetes, ordo Eurobakterial, family Vibrionaceae, dan genus *Vibrio*. Bakteri *V. harveyi* adalah bakteri Gram negatif, mengeluarkan *bioluminescens*, berbentuk batang, motil dengan flagella polar, bersifat fakultatif anaerob, halofilik dan memiliki metabolisme fermentatif serta respiratori. Bakteri *V. harveyi* mempunyai ciri-ciri koloni berwarna putih sampai hijau pada media *Thiosulphate Citrate Bile Salt* (TCBS), dengan diameter 15-17 mm dan pada pusat koloni berwarna hijau tua. serangan bakteri ini sangat akut dan ganas karena dapat mematikan populasi larva udang yang terserang dalam waktu 1 sampai 3 hari sejak awal dampak (Feliatra *et al*, 2014).

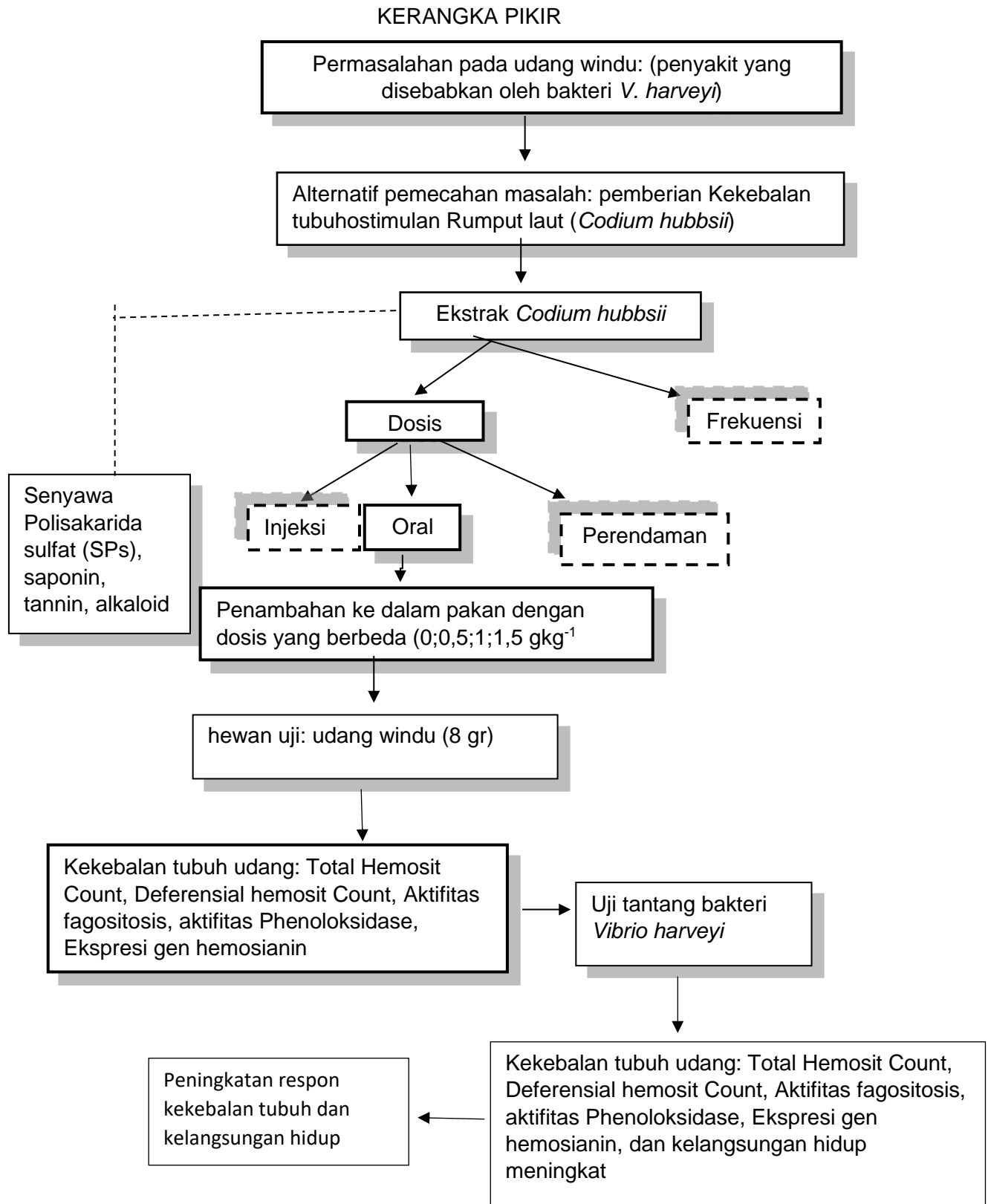
Bakteri ini merupakan penyebab penyakit kunang-kunang atau penyakit berpendar, karena krustase yang terinfeksi akan terlihat terang dalam keadaan gelap (malam hari). Pada dasarnya bakteri ini bersifat oportunistik dan akan menjadi patogen jika pada media pemeliharaannya terjadi guncangan secara drastik, seperti perubahan suhu, pH, salinitas dan faktor lainnya (Widanarni *et al*, 2012).

Mekanisme infeksi bakteri patogen dimulai dengan (i) masuknya patogen; (ii) pembentukan dan multiplikasi, dengan demikian menghindari pertahanan inang dan menyebabkan kerusakan pada jaringan dan sel; dan (iii) keluar. Mekanisme infeksi melibatkan faktor virulensi, yaitu motilitas, adhesi, invasi, degradasi jaringan inang, perolehan zat besi dan perlindungan dari pertahanan inang (Lestari *et al*, 2018). Infeksi *V. harveyi* awalnya masuk melalui mulut, membentuk plak, menyebar ke alat gerak kemudian menyebabkan kehilangan fungsi dan degradasi alat gerak. Infeksi *Vibrio* ini

dapat terjadi pada semua fase (telur sampai indukan) dan banyak menyebabkan kasus kematian organisme budidaya sampai 100% (Kususmaningrum *et al*, 2017).

Gejala klinis yang terlihat pada udang pasca infeksi *V. harveyi* ditandai dengan perubahan tingkah laku dan morfologi tubuh. Perubahan tingkah laku yang terjadi antara lain udang mendekati aerasi, penurunan respon pakan, penurunan aktifitas (Utami *et al*, 2016). Keberadaan bakteri patogen dalam saluran pencernaan dapat mengganggu keseimbangan mikroba sehingga menurunkan tingkat penyerapan pakan serta meningkatkan jumlah patogen dalam saluran pencernaan (Lestari *et al*, 2018). Perubahan morfologi yang terjadi seperti kaki renang (pleopod), telson memerah, nekrosis pada ekor (uropod), melanosis pada segmen tubuh udang (Utami *et al*, 2016). Udang vaname (*P. vannamei*) yang terinfeksi vibriosis menunjukkan gejala klinis berupa nekrosis, melanosis pada abdomen, bercak merah pada pleopoda dan pereopoda, dan rostrum berwarna kemerahan, selanjutnya gumpalan jaringan berwarna coklat yang menyebabkan hepatopankreas terlihat berwarna kecoklatan adalah tubulus hepatopankreas yang mengalami melanosis (Soto-Rodriguez *et al*. 2010). Hasil penelitian lainnya melaporkan bahwa konsentrasi bakteri *Vibrio harveyi*  $10^7$  CFU/mL dapat menyebabkan kematian sebesar 100% pada 72 jam dalam uji terhadap tingkat mortalitas udang (Mariyono *et al*. 2006). Hasil ini didukung oleh penelitian yang lain dengan menggunakan pasca larva udang windu hasil produksi BBPBAP Jepara yang diuji patogen dengan metode perendaman selama 96 jam menggunakan bakteri *V. harveyi* mengakibatkan kematian benur sebesar 36,7% pada konsentrasi  $10^5$  CFU/mL, 73,3% pada konsentrasi  $10^6$  CFU/mL, 100% pada konsentrasi  $10^7$  CFU/mL (Feliatra *et al*, 2014). Selanjutnya Pengamatan gejala klinis udang galah yang dipapar *V. harveyi* yang dipelihara selama 21 hari di akuarium. Tampilan fisik awal udang dengan perlakuan ekstrak daun *Xylocarpus granatum* dan kontrol berwarna biru tua seperti warna normalnya. Pada hari ke 7, udang diberi uji menggunakan *V. harveyi* dan gejala klinis diamati 2 hari setelah terinfeksi. Setelah terinfeksi, aktifitas gerak, anoreksia, lesu, dan respon refleks yang lemah berangsur-angsur menurun dari hari ke 9 hingga ke 14. Kondisi tersebut terus membaik saat kondisi klinis dievaluasi pada hari ke 21, kecuali kontrol negatif yang mengalami kondisi terparah (Saptiani *et al*, 2020).

#### D. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 3. Kerangka pikir penelitian



## **E. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan dosis ekstrak rumput laut *C. hubbsii* berbeda mempengaruhi respon kekebalan tubuh udang windu
2. Pemberian ekstrak rumput laut *C. hubbsii*. dapat meningkatkan kelangsungan hidup udang windu setelah diuji tantang dengan bakteri *V. harveyi*.